

UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD - LYON I

UNITÉ D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE ALEXIS CARREL

ANNÉE 1978 No 87

ÉTUDE

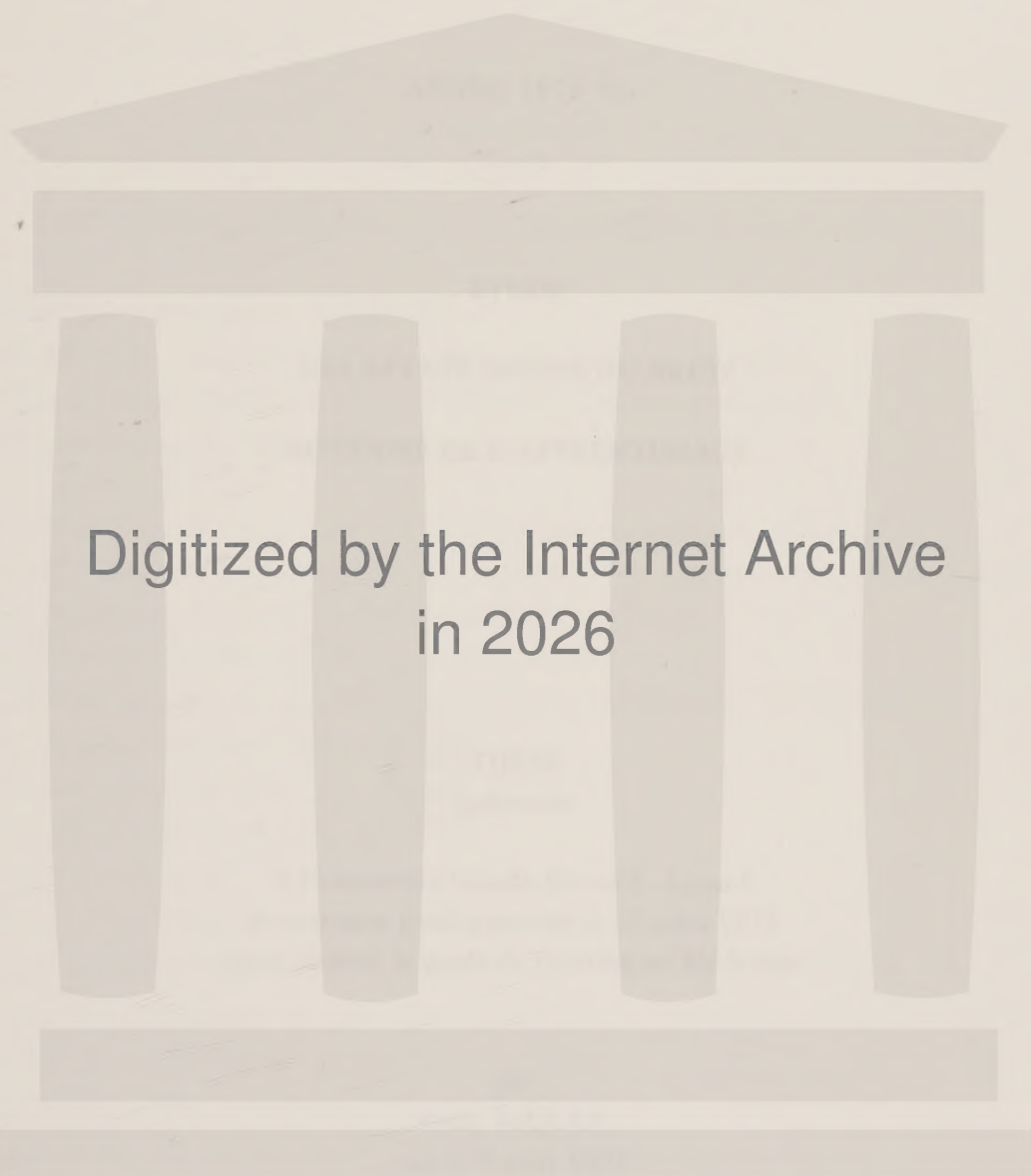
DES EFFETS NOCIFS DU BRUIT

AU COURS DE L'APPRENTISSAGE

THESE
présentée

à l'Université Claude Bernard - Lyon I
et soutenue publiquement le 17 mars 1978
pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par
Odile RIQUET
née le 3 août 1951
à Lyon VIème



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD - LYON I

UNITÉ D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE ALEXIS CARREL

ANNÉE 1978 No

ÉTUDE

DES EFFETS NOCIFS DU BRUIT

AU COURS DE L'APPRENTISSAGE

THESE
présentée

à l'Université Claude Bernard - Lyon I
et soutenue publiquement le 17 mars 1978
pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par
Odile RIQUET
née le 3 août 1951
à Lyon VIème

UNIVERSITEIT LEIDEN
FACULTEIT DER LETTEREN

1871

1871

DEZ 1871

1871



1871

1871

UNIVERSITÉ CLAUDE-BERNARD

Président de l'Université - Professeur GERMAIN D.

Premier Vice-Président - Professeur ELBAZ E.

Secrétaire Général - M. RAMBAUD J.

UNITÉS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE ET LEUR DIRECTEUR

ALEXIS CARREL - Professeur R. MORNEX

GRANGE-BLANCHE - Docteur SALLE B. (Maître de Conférences Agrégé)

LYON-NORD - Docteur NEIDHARDT J.P. (Maître de Conférences Agrégé)

SUD-OUEST - Professeur NORMAND J.

BIOLOGIE HUMAINE - Docteur REVILLARD (Maître de Conférences Agrégé)

TECHNIQUES DE RÉADAPTATION - Docteur MORGON A. (Maître de Conférences Agrégé)

SCIENCES PHARMACEUTIQUES - Professeur BIZOLLON C.A.

SCIENCES ODONTOLOGIQUES - Docteur VINCENT R.

INSTITUT RÉGIONAL D'ÉDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE - M. MILLON A.

MATHÉMATIQUES - Professeur COMBET E.

PHYSIQUE - Professeur DELMAU J.

CHIMIE ET BIOCHIMIE - Professeur HUET J.

SCIENCES DE LA NATURE - Professeur GINET R.

SCIENCES PHYSIOLOGIQUES - Mlle le Professeur WORBE J.F.

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE No1 - Professeur POUYET B.

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE No2 - Professeur GALLET-Directeur ENSAM

OBSERVATOIRE - M. MONNET G. - Astronome Adjoint

PHYSIQUE NUCLÉAIRE - Professeur GUSAKOW M.

U.E.R. DE MÉCANIQUE - Professeur COMTE-BELLIOT Geneviève.

1er cycle :

ANATOMIE - Professeur BOUCHET A.

BIOLOGIE - Professeur GIROD C.

CHIMIE-BIOCHIMIE - Professeur COLOBERT L.

Docteur NOFRE C., Maître de Conférences Agrégé

HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE-CYTOGÉNÉTIQUE - Professeur GIROD C.

MATHÉMATIQUES-STATISTIQUES - Professeur SITE J.

PHYSIOLOGIE - Docteur PELLET M., Maître de Conférences Agrégé

Docteur SCHMITT M., Maître de Conférences Agrégé

PHYSIQUE-BIOPHYSIQUE - Professeur BERGER M.

PSYCHOLOGIE MÉDICALE - Professeur GUYOTAT J.

SCIENCES SOCIALES et ÉCONOMIE MÉDICALE - Professeur ROCHE L.

2ème cycle :

ANATOMIE PATHOLOGIQUE - Professeur TOMMASI M.

Docteur LOIRE R., Maître de Conférences Agrégé

BACTÉRIOLOGIE - Professeur FLEURETTE J.

CARDIOLOGIE - Professeur DELAHAYE J.P.

Professeur GONIN A.

CHIRURGIE CARDIAQUE - Professeur MARET G.

CHIRURGIE DIGESTIVE - Professeur FRANCILLON J.

CHIRURGIE GÉNÉRALE - Professeur LIARAS H.

Docteur SPAY, Maître de Conférences Agrégé

CHIRURGIE INFANTILE - Docteur DAUDET, Maître de Conférences Agrégé

CHIRURGIE OSSEUSE-ORTHOPÉDIE - Professeur de MOURGUES G.

Docteur COMTET J., Maître de Conférences Agrégé

DERMATOLOGIE - Docteur PERROT, Maître de Conférences Agrégé

ENDOCRINOLOGIE - Docteur BERTHEZENE F., Maître de Conférences Agrégé

GASTRO-ENTÉROLOGIE - Professeur BEL A.

GÉNÉTIQUE GÉNÉRALE - Docteur HERMIER M., Maître de Conférences Agrégé

GYNÉCOLOGIE - Professeur ROCHET Y.

Docteur BRÉMOND A., Maître de Conférences Agrégé

HÉMOBIOLOGIE - Professeur MOREL P.

HYGIÈNE - Docteur MONIER J.C., Maître de Conférences Agrégé

MALADIES INFECTIEUSES - M. GIROUD M., Professeur Agrégé du Val de Grâce

MALADIES DU SANG - Professeur REVOL L.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE - Professeur MORNEX R.

MÉDECINE LÉGALE - Professeur ROCHE L.

MÉDECINE DU TRAVAIL - Professeur BOURRET J.

Docteur EYSSETTE, Maître de Conférences Agrégé

NÉPHROLOGIE - Professeur FRANÇOIS B.

NEURO-CHIRURGIE - Professeur MANSUY L.

Docteur FISCHER G., Maître de Conférences Agrégé

NEUROLOGIE - Professeur DEVIC M.

OBSTÉTRIQUE - Professeur GARMIER R.

OPHTALMOLOGIE - Docteur PAUPERT-RAVAULT, Maître de Conférences Agrégé

OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE - Professeur MARTIN H.

PARASITOLOGIE - Mlle le Docteur BATTESTI

PÉDIATRIE - Professeur FRANÇOIS R.

PHARMACOLOGIE - Docteur ÈVREUX, Maître de Conférences Agrégé

PNEUMO-PHYSIOLOGIE - Professeur TOURAINE R.

Docteur BERNARD J.P., Maître de Conférences Agrégé

PSYCHOLOGIE - Professeur GUYOTAT J.

Docteur MARIE CARDINE, Maître de Conférences Agrégé

RADIOLOGIE - Docteur BUFFARD P., Maître de Conférences Agrégé

Docteur CHOLLAT L., Maître de Conférences Agrégé

RHUMATOLOGIE - Docteur MEUNIER P., Maître de Conférences Agrégé

SEMÉIOLOGIE CHIRURGICALE - Docteur VIGNAL J., Maître de Conférences Agrégé

SEMÉIOLOGIE MÉDICALE - Professeur VIALA J.J.

STOMATOLOGIE - Professeur DUMAS P.

URGENCE-RÉANIMATION - Professeur DELEUZE R.

Mme le Docteur ESTANOVE S., Maître de Conférences Agrégé

UROLOGIE - Docteur PERRIN P.

EXAMINATEURS DE LA THESE

Président : Monsieur le Professeur J. BOURRET

Assesseurs : Monsieur le Professeur F. TOLOT
 Monsieur le Docteur J.P. HAGUENAUER, Maître de Conférences Agrégé
 Monsieur le Docteur J.C. LAFON, Maître de Conférences Agrégé
 Monsieur R. PORCHE, Inspecteur Principal de l'Enseignement Technique,
 Académie de Lyon

A TOUS,

parents, amis et camarades qui m'apportèrent
leur aide pendant ces études.

A NOTRE PRÉSIDENT DE THESE,

Monsieur le Professeur J. BOURRET

Il nous a fait un grand honneur en acceptant la présidence de ce jury.

Par son accueil, il nous a fait preuve de beaucoup de bienveillance et de sympathie.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre respectueuse considération.

AUX MEMBRES DE NOTRE JURY,

Monsieur le Professeur F. TOLOT

Nous apprécions sa présence dans ce jury, nous le prions de croire en nos sentiments respectueux.

Monsieur le Docteur J.P. HAGUENAUER, Maître de Conférences Agrégé

Nous le remercions de l'honneur qu'il nous fait en acceptant de juger notre travail.

Nous l'assurons de notre reconnaissance.

Monsieur le Docteur J.C. LAFON, Maître de Conférences Agrégé

Nous avons su apprécier sa grande rigueur scientifique. Nous avons bénéficié de son énergie et de sa constante sollicitude dans la direction de ce travail.

Qu'il trouve ici la marque de notre sincère reconnaissance.

Monsieur R.PORCHE, Inspecteur Principal de l'Enseignement Technique, Académie de Lyon

Il a permis la réalisation de ce travail en réservant toujours le meilleur accueil à nos recherches. Nous le remercions de l'honneur qu'il nous fait et de l'intérêt qu'il nous porte en acceptant de faire partie de notre jury.

A Monsieur le Docteur J.C. DUCLOS, Chargé de Recherches Audiologiques à l'I.U.M.T. de Lyon

Il s'est, le premier, intéressé à l'étude des effets du bruit au cours de l'apprentissage.
Il a guidé nos recherches et a permis la réalisation de ce travail grâce à l'aide et
aux conseils qu'il nous a constamment apportés.

A tout le personnel médical et paramédical qui a participé à ce travail dans le cadre du Service
d'Audiométrie de l'Institut Universitaire de Médecine du Travail.

A Monsieur le Docteur D. MONTAVON

Il a permis la réalisation des études sonométriques indispensables à ce travail. Nous
le remercions vivement de sa collaboration.

A Monsieur C. STOESSEL

Nous le remercions pour les données informatiques qu'il nous a fournies et pour
sa collaboration, nécessaire à l'aboutissement de cette étude.

A Mesdames ENSELME, RENARD et BESTAULT

Nous les remercions de l'aide qu'elles nous ont apportée.

A Madame	DOREL
A Messieurs	CHAMOUX
	ECK
	FAYE
	LABARRE
	NEYME
	ROYER
	TEYSSET

Directeurs d'établissements : Collège d'Enseignement Technique, Lycées Techniques ou Centre de
Formation Professionnelle.

Il nous ont ouvert les portes des établissements scolaires, ils nous ont accueillis
avec toujours beaucoup de sympathie, malgré les perturbations que nos recherches
ont pu créer pendant les heures de classe. Nous les remercions de l'intérêt qu'ils
ont toujours porté à ce travail.

A Messieurs les Professeurs de l'Enseignement Technique,
A Mesdames et Messieurs les Médecins Scolaires,
A Mesdames les Infirmières des Établissements Scolaires,

Nous les remercions de l'aide qu'ils nous ont apportée.

A Madame le Docteur C. MAILLY-VIARD, Conseiller Médical de l'Académie de Lyon,
A Monsieur le Docteur J. RÉTY, Médecin du Travail,

Nous les remercions de leur participation à la rédaction d'un chapitre de cette thèse.
Leur collaboration nous a été précieuse.

Travail de recherche effectué à :

- L'Institut Universitaire de Médecine du Travail de Lyon -
Directeur François TOLOT
Conseiller Scientifique Jean-Claude LAFON
Chargé de Recherches Audiologiques Jean-Claude DUCLOS
- Le Département d'O.R.L. et d'Audiophonologie de la Faculté de
Médecine et de Pharmacie de Besançon -
Directeur Jean-Claude LAFON
- Le Département de Mathématiques, Informatique et Statistique de la
Faculté de Médecine et de Pharmacie de Besançon -
Directeur Claude STOESSEL

Avec l'aide de :

L'Institut National de Recherche et de Sécurité

sous contrat No 77/6360-200-005

SOMMAIRE

Introduction	7
Chapitre I - Le bruit	9
I. Caractères physiques du bruit	11
II. Sonométrie	12
III. Corrélation entre sonométrie et audiométrie	15
Chapitre II - Oreille et bruit	17
I. Les conséquences du bruit	19
1. Rappel physiologique	19
2. L'action du bruit	22
a) Étiologie	22
b) Théories lésionnelles	26
c) Le déficit auditif dû au traumatisme sonore	27
d) Atteintes non spécifiques du bruit	28
II. Mesure de l'audition	30
Chapitre III - Règlementation et Prévention	33
I. Dans les milieux du travail	35
II. Dans les milieux scolaires	37
Chapitre IV - Méthode et matériel d'étude - Résultats	39
I. Méthode et matériel statistique	41
1. Le dossier	41
2. Étude statistique	42
II. Expérimentation	47
III. Énoncé des résultats	50

Chapitre V - Étude des résultats	53
I. Étude horizontale portant sur 1033 sujets	55
1. Étude en fonction de l'année d'étude	55
2. Étude en fonction de l'horaire hebdomadaire	56
3. Étude en fonction du nombre total d'heures d'exposition au bruit	63
4. Étude en fonction de la profession	65
5. Étude en fonction de l'établissement	71
6. Étude en fonction de l'insonorisation des ateliers	80
7. Étude en fonction de la pathologie O.R.L.	89
8. Étude en fonction de la protection individuelle	94
II. Étude portant sur l'évolution de la perte auditive de 121 sujets différents sur 2 années consécutives	94
1. Étude en fonction de l'année d'étude	96
2. Étude en fonction de l'horaire hebdomadaire	97
3. Étude en fonction de la profession	99
4. Étude en fonction de l'établissement	101
III. Interprétation des résultats	103
Chapitre VI - Conséquences pratiques en vue d'une prévention	107
1. Propositions du conseiller médical de l'Académie	109
d'un médecin du travail	109
d'un directeur d'établissement	110
d'un professeur de chaudronnerie	111
2. Mesures de protection	112
- protection collective	112
- protection individuelle	112
- surveillance médicale	113
Conclusions	115
Annexe I	119
Annexe II	122
Bibliographie	123

INTRODUCTION

I. C'est la mise en évidence d'une atteinte auditive chez certains adolescents qui nous a conduit à entreprendre une étude sur les effets nocifs du bruit au cours de l'apprentissage.

- en effet au cours du dépouillement des dossiers audiométriques de l'Institut Universitaire de Médecine du Travail de Lyon, nous avons remarqué la présence fréquente d'encoches auditives à 4 000 Hz chez des jeunes ouvriers revenant du service militaire ;
- or les services de l'armée nous ont fait remarquer que les services de recrutement constataient fréquemment la présence d'encoches audiométriques avant l'incorporation, reportant donc pour certains jeunes le problème du déficit auditif à une période antérieure. Nous avons donc entrepris avec les données d'un centre de sélection de l'armée où l'audiométrie systématique est pratiquée une étude statistique à partir de 10 000 audiogrammes.
Sur les 8 000 qui finalement se sont révélés utilisables, on note 2,6% d'encoches. Et en particulier on constate pour les 144 chaudronniers la présence de 12% d'encoches audiométriques significatives d'une surdité professionnelle. Il a fallu admettre qu'un certain pourcentage d'adolescents est atteint avant le service militaire.

II. Nous avons donc proposé une enquête aux Services Académiques du Ministère de l'Éducation de la Région Lyonnaise, enquête devant porter sur des élèves des centres de formation professionnelle et des Collèges d'Enseignement Technique C.E.T. et mettre en évidence l'absence ou l'existence d'un déficit auditif chez ces élèves.

III. Cette enquête a pour but de :

- déterminer s'il existe une atteinte spécifique due au bruit au cours de l'apprentissage
- mettre en évidence les facteurs de gravité de l'atteinte auditive dans les conditions de l'apprentissage (âge, horaire, année d'étude, profession, antécédents pathologiques ORL ...)
- montrer l'intérêt et l'efficacité d'une protection collective et individuelle

- montrer la nécessité d'une surveillance audiométrique de tous les sujets en apprentissage pendant les premiers mois et durant les trois années d'étude.

Il nous paraît anormal, dans l'état actuel des possibilités techniques de la prévention, que des adolescents puissent être déjà touchés dans l'apprentissage de leur profession, c'est-à-dire avec des temps de présence à l'atelier nettement moins importants que ceux de l'ouvrier en poste dans un atelier industriel.

IV. Cette enquête a été réalisée en quatre étapes :

1. les examens audiométriques des sujets ont été réalisés par le camion audiométrique de l'Institut Universitaire de Médecine du Travail, dans 8 établissements de la région lyonnaise dont la direction a accepté l'enquête
2. les visites des ateliers ont été réalisées dans le but d'une meilleure connaissance des conditions de travail dans l'atelier, de l'architecture des locaux et pour établir une relation avec le milieu enseignant
3. les études sonométriques ont été réalisées par l'Institut Universitaire de Médecine du Travail de Lyon, dans tous les établissements qui ont répondu favorablement à notre demande
4. l'analyse informatique des données recueillies a été faite par le service de Statistique et Informatique de la Faculté de Médecine de Besançon.

CHAPITRE I

LE BRUIT

LE BRUIT

«Le bruit peut être défini comme une sensation auditive non musicale, désagréable ou pénible».

I. CARACTERES PHYSIQUES DU BRUIT

Ses caractéristiques principales sont : l'intensité, la fréquence (s'il s'agit d'un son pur) et la composition ou spectre (s'il s'agit d'un bruit complexe).

1. Le niveau d'intensité sonore qui correspond à l'énergie transmise à l'oreille par la vibration aérienne, pourrait être exprimée par diverses unités, en pratique c'est le déciBel, dixième partie du Bel, unité de mesure physique des sons.

La sensation auditive croît comme le logarithme de l'excitation, c'est à dire que la sensation auditive croît en progression arithmétique (1, 2, 3, 4, ...) quand l'excitation croît en progression géométrique (10, 100, 1 000, ...) d'où l'usage du Bel et surtout du déciBel qui n'est pas un quantum d'énergie mais la notation d'un rapport : ainsi deux sons de même fréquence diffèrent de 10 dB quand leurs intensités physiques diffèrent de 1 à 10, de 20 dB quand leurs intensités physiques diffèrent de 1 à 100.

2. La fréquence correspond au nombre de périodicités/seconde ou cycles/seconde ; elle s'exprime en Hertz (Hz).

3. Le spectre du bruit est important car la plupart des bruits industriels ne sont pas des sons purs, mais la combinaison d'un grand nombre de sons purs qui composent globalement un bruit complexe.

4. **Bruits continus et impulsions.** Les impulsions sont des variations brusques de la pression acoustique, ne présentant pas de périodicités, perçues en fonction de leurs énergies et des qualités mécaniques de l'oreille. Chaque impulsion est caractérisée par sa durée et son énergie. Le front de l'impulsion s'appelle un transitoire.

Les bruits continus à spectre diffus sont plus ou moins rythmés.

Les bruits dont le rythme est rapide donnant une véritable périodicité peuvent être définis par un son avec ses harmoniques.

II. SONOMÉTRIE

L'étude physique des sons et des bruits a montré que ceux-ci pouvaient être caractérisés par deux grandeurs essentielles :

- le niveau d'intensité globale : c'est une mesure physique d'une correction absolue mais elle est insuffisante car l'oreille est inégalement sensible aux différentes fréquences ;
- l'analyse spectrale traduit la forme du signal sonore, c'est la mesure de la pression dans un certain nombre de fréquences.

La mesure objective de ces grandeurs est le but de la sonométrie courante.

1. Les sonomètres

a) définition

Ce sont des appareils comprenant un microphone de haute qualité sensible à la pression sonore, un amplificateur détecteur et un voltmètre sensible pour la lecture, gradué en décibels ou en phones.

Dans la chaîne d'amplification peuvent être incorporés des réseaux pondérateurs A, B, C, destinés à tenir compte approximativement de la variation de la sensibilisation de l'oreille avec l'intensité, la fréquence et à la représenter par les niveaux correspondants.

Ces réseaux se limitent à 3 types d'affaiblissement définis par des courbes : A utilisé pour les niveaux faibles : 25 à 55 dB

B utilisé pour les niveaux moyens : 55 à 85 dB

C utilisé pour les niveaux forts : au-dessus de 85 dB.

Les niveaux d'intensité lus à l'aide de ces affaiblisseurs sont exprimés en dB (A), dB (B), dB (C).

b) utilisation

- mesure d'intensité globale : les constantes de temps du sonomètre sont habituellement lente et rapide (1/25 s). La constante lente donne un niveau moyen, la constante rapide suit de plus près les fluctuations instantanées des bruits.

- analyse spectrale : les sonomètres analyseurs de fréquence ou spectromètres permettent de mesurer les niveaux dans des bandes de fréquence ayant une largeur donnée, par exemple un octave.

2. Évaluation de la nuisance des bruits

a) modalités pratiques de l'analyse du bruit

L'évaluation de la nuisance du bruit nécessite un bilan sonore, opération en deux temps : réaliser une carte topographique sonore de l'atelier et localiser les sources de bruit et les mesurer. Le bruit d'ambiance est un bruit complexe, résultant de bruits partiels d'origines très diverses, se produisant dans la zone considérée (outils, machines, appareils) ou provenant de la propagation ou de la transmission des bruits émis dans les zones voisines ; il importe donc de rechercher les sources de ces bruits, de les localiser, de les préciser par des mesures particulières.

Cette prospection permettra ensuite une évaluation des risques entraînés par le bruit et de comparer les niveaux sonores avec les niveaux sonores limites proposés par la Commission technique en 1961.

b) limites acceptables des bruits

Elles ont été recommandées par la Commission Technique d'étude du bruit du Ministère de la Santé Publique du 17 mars 1961. Cette courbe de niveau du bruit en fonction des fréquences donne les valeurs qu'il conviendrait de ne pas dépasser pour une exposition à un bruit complexe pendant une durée de 8 heures, ces valeurs étant considérées comme non lésionnelles pour une oreille normale.

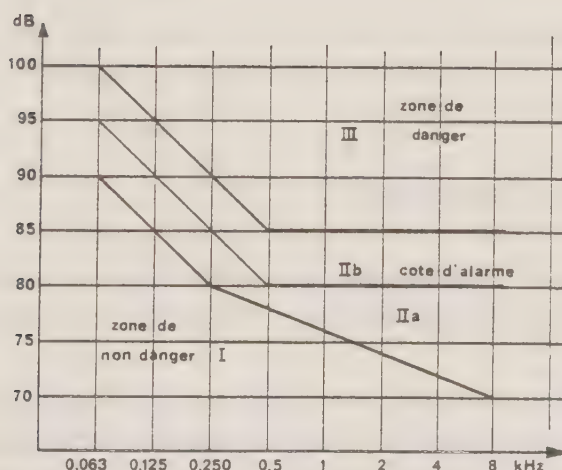


FIGURE 1

Diagramme intensité-fréquence donnant les courbes limites des niveaux admissibles pour une exposition de 8 heures/jour.

Ces courbes proposées définissent 3 zones :

- zone I : les niveaux compris dans cette zone peuvent être considérés comme non dangereux, sinon comme non gênants
- zone II: les niveaux compris dans cette zone sont considérés comme dangereux
- zone III: dans cette zone il y a présomption de danger.

Ce diagramme est indiqué pour les bruits stables. Le caractère impulsionnel des bruits n'est pas pris en compte sur ce graphique, or les bruits nocifs sont impulsionnels. Certains auteurs accordent une pondération de 5 dB pour les bruits impulsionnels.

3. Les études sonométriques dans notre enquête

a) visite des ateliers

Notre enquête nous a permis de visiter les ateliers de 6 établissements. Les études sonométriques n'ont pu être réalisées que dans 5 établissements, c'est-à-dire 12 ateliers : 7 ateliers de chaudronnerie-métaux en feuilles, 3 ateliers de menuiserie et 2 ateliers de mécanique.

Ces visites se sont déroulées pendant les heures scolaires et les mesures sonométriques ont été effectuées en présence des élèves pendant les heures d'atelier.

L'étude sonométrique dans les établissements scolaires s'est avérée très difficile. En effet les élèves ou les apprentis, à la différence des ouvriers souvent fixés à un poste de travail, se déplacent dans l'atelier d'un poste à l'autre. Certains postes sont inoccupés. Cette diversité a rendu impossible l'établissement de cartes topographiques sonores des ateliers. Nous nous sommes donc surtout intéressés au bruit d'ambiance, plus qu'à une véritable topographie des niveaux sonores ou à une localisation précise de la source des bruits. Nous avons essayé dans notre enquête de lier l'étude sonométrique à la conception architecturale des locaux, aux efforts d'insonorisation déjà effectués, aux efforts en vue d'une prévention collective.

b) étude sonométrique

Toutes les mesures ont été réalisées avec un sonomètre BRUEL et KJAER de précision, type 2203 et jeu de filtres d'octaves type 1613.

Nous avons mesuré les niveaux sonores d'ambiance avec les deux constantes de temps : lente et rapide et en utilisant pour chaque mesure les réseaux pondérateurs A et C. Mais nous n'avons pas pu mettre en évidence l'aspect impulsionnel transitoire de certains

bruits car il aurait fallu, pour mesurer le niveau maximum d'intensité atteint, disposer d'un appareil à constante de temps impulsionnelle. En effet, l'appareil indicateur des sonomètres présente une inertie trop élevée pour que sa lecture suive sans retard l'amplitude de l'impulsion. L'étude spectrale a été effectuée pour les fréquences 250, 4 000 et 8 000 Hz.

Dans chaque atelier nous avons effectué :

- des mesures du niveau d'ambiance sonore qui correspond à une moyenne entre les différents points de l'atelier. Cette mesure a été effectuée à distance des machines ;
- des mesures effectuées en champ proche, à environ 1 mètre 50 de la machine, en état de fonctionnement, le bruit d'ambiance persistant, dans les conditions habituelles.

III. CORRÉLATION ENTRE SONOMÉTRIE ET AUDIOMÉTRIE

Il semble certain qu'il existe une relation entre le niveau de bruit d'un atelier et le risque de lésion cochléaire. Cependant lorsqu'on cherche à préciser cette relation en établissant des corrélations entre le niveau de bruit mesuré en décibels et la perte auditive sur les fréquences caractéristiques du traumatisme acoustique, on est surpris du peu de rapport. La mesure sonométrique classique est donc difficilement utilisable et c'est le cas de notre enquête.

CHAPITRE II

OREILLE ET BRUIT

OREILLE ET BRUIT

I. LES CONSÉQUENCES DU BRUIT

1. Rappel physiologique

a) mécanique auditive

L'appareil auditif est un récepteur physique soumis à l'influence des vibrations acoustiques. La transmission de l'onde sonore vers l'oreille interne est linéaire.

- l'oreille externe a pour fonction la localisation par concentration des ondes sonores. Le conduit auditif externe constitue une petite chambre de résonance à condition que son extrémité interne soit formée par un tympan intact ;
- le tympan reçoit les vibrations d'un seul côté dans le cas idéal de son intégrité (en cas de perforation, celles-ci se répartissent sur les deux faces entraînant un déficit auditif). L'onde sonore va passer d'un milieu aérien dans un milieu liquide et elle perd de sa puissance. L'amplification par la chaîne des osselets compense donc cette perte par réfraction ;
- les osselets assurent donc le passage de la vibration sonore depuis l'oreille externe jusqu'à l'oreille interne. Leur rôle n'est pas strictement passif car le muscle de l'étrier et le muscle du marteau vont faire varier la rigidité de cette chaîne, suivant l'intensité de l'onde sonore. On peut comparer la chaîne des osselets à un transformateur d'impédance. La chaîne a donc un rôle double : transmission de l'onde sonore et protection des structures fragiles de l'oreille interne. Les liquides de l'oreille interne vont être ébranlés par les vibrations transmises au niveau de la fenêtre ovale ;
- lorsque l'étrier entre en vibrations, celles-ci sont transmises par la périlymphe à la partie basale de la cloison cochléaire qui, elle aussi, se met à vibrer. La discrimination spatiale des fréquences est périphérique et non centrale, c'est-à-dire qu'on a pu tracer une véritable carte de localisation des

des fréquences sonores au niveau de l'organe de Corti. La vibration comporte un maximum d'amplitude en un point déterminé qui est toujours le même pour une fréquence déterminée. Les fréquences graves se localisent au niveau du sommet de la cochlée et les fréquences aiguës s'étendent progressivement jusqu'à la base. Les mouvements ainsi créés de la membrane basilaire stimulent les cils des cellules sensorielles de l'organe de Corti qui vont transmettre cette excitation au nerf cochléaire sous forme d'influx nerveux.

Les phénomènes de réception neurosensorielle sont d'une autre nature.

b) le champ auditif chez le sujet normal

C'est la zone où les vibrations sonores sont perçues par l'oreille humaine. Leurs fréquences varient entre 20 et 20 000 Hz. Pour chaque fréquence on détermine deux seuils :

- le seuil d'audibilité minimum, caractérisé par l'intensité sonore minimale nécessaire à la perception par le sujet, soit la plus petite quantité de son indispensable à éveiller la sensation sonore ;
- le seuil d'audibilité maximum ou seuil de la douleur parce qu'au delà de certaines intensités la sensation sonore devient si violente, si pénible qu'on ne peut plus supporter le son.

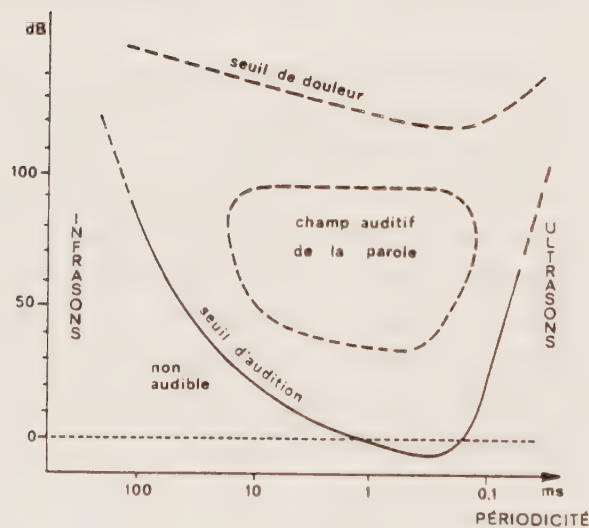


FIGURE 2

Limites de la sensibilité de l'oreille humaine aux vibrations sonores

Entre ces deux seuils toutes les intensités pour un même son sont par définition audibles. C'est pour la fréquence 1 000 Hz que l'oreille humaine est la plus sensible.

c) les effets physiologiques normaux

- l'effet de masque : l'intensité perçue d'un son donné peut se trouver réduite en présence d'un son de fréquence différente. L'effet de masque se mesure en général par l'augmentation du seuil du son masqué en présence du son masquant. Cet effet est particulièrement net lorsque le bruit masquant a une fréquence voisine du son masqué.

Le langage est également facilement masqué par des bruits. L'effet de masque peut rendre difficile la conversation, l'écoute d'une explication ; réduire l'attention, être cause d'accidents en empêchant la perception d'ordres, de recommandations.

- les perturbations de la localisation spatiale. Une ambiance bruyante peut perturber la reconnaissance spatiale d'une onde sonore et du même coup entraîner un certain nombre de maladroites ou d'accidents.

- la fatigue auditive est un phénomène purement physiologique qui ne peut être assimilé à une lésion anatomique. C'est l'élévation temporaire du seuil d'audition après exposition à un bruit intense. On pense qu'elle est proportionnelle à la durée du bruit et à son intensité. Elle est réversible mais sa récupération est variable avec les individus. La fatigue auditive varie d'un individu à l'autre, hors de toute atteinte auditive apparente, mais aussi chez un même individu d'un moment à l'autre.

Certains auteurs ont envisagé de pratiquer des tests de fatigue auditive, en estimant que le traumatisme sonore pouvait être identifié à la fatigue auditive. Un certain nombre de tests ont été proposés, le plus connu est le *test de PEYSER* :

Ce test utilise la fréquence 1 000 Hz. On détermine en conduction aérienne le seuil de cette fréquence, puis on fatigue l'oreille toujours en voie aérienne pendant 3 minutes à 100 dB et on détermine le nouveau seuil après un repos de 15 secondes. On recommence la même expérience en conduction osseuse après une heure de repos et on note de la même manière les seuils avant et après fatigue.

Si le seuil est relevé de 0 à 5 dB en conduction aérienne ou osseuse, l'oreille est considérée comme normale.

Si le relèvement du seuil se situe entre 5 et 10 dB l'oreille est suspecte. Enfin si le relèvement du seuil dépasse 10 dB, l'oreille est considérée comme fragile et le sujet doit être écarté des métiers du bruit.

Ces tests n'ont pas fait preuve de rigueur et sont actuellement déconsidérés, sauf peut-être *le test de GLORIG* qui parle, lui, de «perte auditive temporaire». Il s'agit toujours de fatigue mais envisagée sous un angle différent. GLORIG tient compte des éléments suivants :

- importance en dB de la perte auditive temporaire, le plus souvent maximale sur le 4 000, possible sur le 8 000 et le 2 000, cela à la fin de la première journée d'exposition au bruit ;
- aggravation au cours des journées d'exposition successives de cette perte, devant normalement demeurer relativement fixe pour un même sujet ;
- la durée du temps de récupération de cette perte temporaire est normalement d'une à deux heures.

Les sujets présentant une perte temporaire sur le 2 000, une aggravation de cette perte temporaire avec la succession des journées de travail et une durée de récupération excédant plus de deux heures, peuvent être considérés comme ayant une susceptibilité cochléaire particulière.

Néanmoins dans l'état actuel de nos connaissances, les tests de fatigabilité ne permettent pas de connaître la fragilité de l'oreille et d'en apprécier la susceptibilité individuelle.

2. L'action du bruit

On appelle traumatisme sonore toute lésion irréversible de l'appareil auditif entraînant une hypoacousie et dû à l'exposition à des bruits trop intenses, exposition unique ou répétée. Le traumatisme sonore peut être dû à une exposition unique à un bruit intense, tels les éclatements, les détonations ou impacts, mais nous nous intéresserons essentiellement au traumatisme sonore chronique dû à une exposition prolongée au bruit.

a) étiologie

influence des qualités physiques du bruit traumatisant

Le traumatisme sonore est fonction :

- de la fréquence
- de l'intensité

de la durée d'exposition
du rythme du bruit
des conditions de travail.

* **fréquence**

Les sons de fréquence aiguë sont plus nocifs que les sons de fréquence grave. Expérimentalement, le traumatisme sonore provoqué par un son pur, se traduit par un déficit auditif situé 1/2 à 1 octave au dessus.

En pratique les bruits industriels sont complexes. Si le scotome de la fréquence 4 000 est caractéristique, des modifications significatives peuvent être observées en fonction de la composition spectrale.

* **intensité**

HOOD a déterminé le «niveau critique» d'un bruit qu'il situe autour de 90 dB. Pour certains auteurs des lésions irréversibles apparaissent à partir de l'instant où le seuil douloureux est atteint.

L'hypoacousie est d'autant plus intense et son apparition d'autant plus rapide que l'intensité du son est plus grande.

* **durée de l'exposition au bruit**

Le traumatisme acoustique est directement conditionné par la durée de l'exposition au bruit. Pour certains auteurs on distingue :

- la durée d'exposition instantanée : il faut connaître l'existence des bruits transitoires, d'une importance capitale s'ils sont d'un niveau élevé. Il faut distinguer les bruits rythmiques, aléatoires, les bruits à apparition brusque qui surprennent les mécanismes de défense de l'oreille moyenne ;
- la durée d'exposition quotidienne : on entend par exposition quotidienne une durée de travail de 8 heures. Certains auteurs ont proposé des courbes d'intensité sonore à ne pas dépasser en fonction de la durée d'exposition journalière.
- la durée d'exposition annuelle : même pluri-annuelle, il semble donc que les effets traumatisants du bruit se cumulent dans le temps :

- . un bruit tolérable, une fois par jour, dans la bande d'octave 2 400 - 4 800 Hz est de 117 dB pendant 2 minutes ou de 84 dB pendant 8 heures
- . le niveau tolérable est plus bas de 5 dB si le spectre est limité à une bande d'1/3 d'octave
- . un son d'intensité faible (70 dB) peut déterminer un «trou» dans l'audiogramme si la stimulation se prolonge pendant plusieurs années.

* **influence du rythme du bruit**

Pour des spectres comparables, des intensités sonores égales et une durée d'exposition totale identique les bruits cadencés sont plus nocifs que les bruits continus. Un bruit régulier, continu, permanent, est mieux supporté qu'un bruit discontinu, alternatif, fait de «transitoires» comme celui d'un marteau pilon.

* **influence des conditions matérielles de travail**

Les dispositions architecturales des locaux ne sont pas négligeables. Les locaux fermés sont plus nocifs que les chantiers à ciel ouvert où les réverbérations sonores, les résonnances n'existent pas.

influence des facteurs individuels

* **susceptibilité individuelle**

Placés dans une même ambiance sonore, des différences considérables sont observées dans le comportement de l'audition des différents sujets. Certains apparaissent particulièrement fragiles, d'autres semblent invulnérables et résistent très bien. Cette susceptibilité individuelle constitutionnelle a fait l'objet de bien des recherches, visant à déterminer les tests de résistance au bruit. Leur nombre et leur succession rapide ont montré que l'on ne pouvait leur accorder aucune fiabilité réelle. Et c'est l'examen audiométrique répété, surtout durant les premiers mois et les premières années d'exposition au bruit, qui donnera la meilleure réponse à cette recherche de la susceptibilité individuelle constitutionnelle.

* **âge du sujet**

A partir de 35 ans, pour certains auteurs dès 20 ans, l'audition, surtout pour les fréquences aiguës a tendance à diminuer. D'autre part certains auteurs pensent qu'à 10 ans l'oreille est adulte et ne se modifie donc plus.

* **rôle des affections antérieures ORL**

Le rôle d'une affection auriculaire antérieure a été diversement interprété par les auteurs et le problème n'est pas parfaitement résolu :

- pour certains, elle constitue un facteur aggravant par fragilisation de l'oreille,
- pour d'autres, elle constitue au contraire un facteur de protection vis-à-vis du bruit.

Il s'agit, en fait, de cas d'espèces. Il convient de considérer le type de la surdité et la nature de l'affection.

- **le type de la surdité**

- une surdité de transmission pure, type oreille moyenne, ne peut jouer qu'un rôle d'écran protecteur,
- dans le cas d'une surdité de perception, l'oreille interne et en particulier la membrane basilaire est soumise à des actions mécaniques aussi violentes. D'autre part, l'intensité subjective perçue peut être égale à l'intensité réelle en cas de recrutement.

- **la nature de l'affection**

- des lésions de l'oreille moyenne sont à l'origine de surdités de transmission : elles ne contre-indiquent pas le travail en ambiance sonore bruyante. Lorsqu'il s'agit d'affections évolutives pouvant se labyrinthiser, il est difficile, voire impossible, en présence d'une aggravation de la surdité, de faire la part de ce qui revient au traumatisme sonore ou à l'affection elle-même. Tel est le cas de l'otospongiose. Il en est de même pour les suppurations chroniques,
- les surdités cochléaires ou rétro-cochléaires posent un problème beaucoup plus complexe. Il est admis que la présence de recrutement, comme dans la maladie de Ménière, est un facteur aggravant.

b) théories lésionnelles

Le mécanisme d'atteinte cochléaire, et en particulier d'atteinte sélective au niveau de 4 000 Hz, demeure assez obscur. Nous essayerons de rappeler un certain nombre de théories :

- * pour LARSEN la portion de membrane basilaire dévolue à la fréquence 4 000 se situe en regard de la division de l'artère cochléo-vestibulaire et souffrirait de ce fait d'une vascularisation précaire, influençable par le traumatisme sonore. Aucune vérification n'a été apportée à cette hypothèse vasculaire.
- * pour KOBRAK la lésion au niveau du 4 000 s'expliquerait par la transmission supra ossiculaire des bruits intenses : ceux-ci viennent frapper directement la fenêtre ronde et traumatisent le segment basal du limaçon où se trouvent les fréquences aiguës.
- * L. RUEDI & W. FURRER défendent l'hypothèse la plus acceptable qui découle des constatations de BÉKÉSY sur les tourbillons des liquides labyrinthiques. D'après cet auteur, un son pur produit sur les liquides labyrinthiques un tourbillon de part et d'autre de la membrane basilaire. Celle-ci est soumise à des déplacements longitudinaux, phénomènes hydrodynamiques dont on peut aisément admettre le caractère traumatisant. Or, le lieu d'intensité maximale dépend de la fréquence du son utilisé.
Pour un bruit intense, complexe dans sa constitution fréquentielle, RUEDI & FURRER pensent qu'il existe des tourbillons multiples mais de sens contraires, le changement de sens se faisant en regard de la fréquence 4 000. Cette zone serait ainsi soumise à une tension génératrice de lésions.
- * pour GLORIG l'origine des lésions est liée à l'apparition des troubles métaboliques au niveau de liquides labyrinthiques.

Devant ces différentes théories et au vu des études faites par plusieurs auteurs dont J.C. LAFON, on peut affirmer que :

- la lésion cellulaire ou tissulaire de l'organe de Corti est proportionnelle à l'énergie libérée localement,

- la cochlée est plus sensible aux énergies dissipées dans la zone de 2 000 à 6 000 Hz pour un son pur. Pour un son complexe, la lésion domine au niveau du partiel le plus énergétique physiologiquement,
- la forme de l'atteinte audiométrique est étroitement liée à la forme de l'énergie acoustique du bruit en fonction de l'amortissement de l'oreille

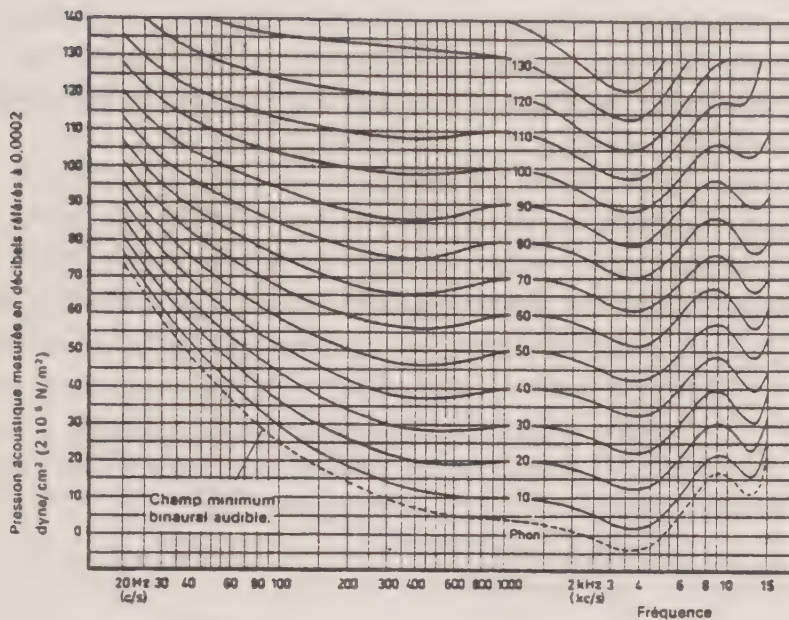


FIGURE 3

Seuil d'audition et courbes d'égales intensités sonores montrant la dominante de sensibilité aux fréquences 3 000 et 4 000 Hz.

c) le déficit auditif dû à un traumatisme sonore :

Nous ne parlerons que des traumatismes sonores répétés dus à des expositions prolongées au bruit. La surdité, conséquence du traumatisme sonore, est une altération stable, un déficit auditif définitif. Son diagnostic s'affirme sur 4 critères :

- elle est bilatérale, plus ou moins symétrique
- elle est d'origine cochléaire : les courbes aériennes et osseuses tonales et vocales sont superposables.
C'est une surdité de perception,
- l'audiogramme montre un déficit spécifique sur des fréquences aiguës en fonction du spectre du bruit. En général le déficit porte sur la fréquence 4 000 Hz,
- elle est irréversible.

- **évolution de la courbe auditive**

Elle débute pour les fréquences où l'oreille présente le maximum de sensibilité auditive, où elle capte le plus d'énergie vibratoire, c'est-à-dire entre 2 000 et 5 000 Hz. L'audiogramme montre un léger scotome, un déficit bien limité à la fréquence 4 000 Hz le plus souvent. C'est à ce stade que se situe la grande majorité des audiogrammes de notre enquête, c'est-à-dire qu'ils montrent l'installation d'un déficit auditif permanent. Progressivement l'encoche caractéristique se creuse et s'élargit vers les aigus et les graves. Tant que la fréquence 2 000 Hz, importante pour la parole, est peu touchée, le sujet ne se plaint pas de son audition. Puis, si le bruit est important, le déficit touche les zones de 2 000 Hz. Progressivement la surdité s'étend vers les graves, atteint profondément les aigus.

- **évolution du déficit**

Le déficit auditif est plus important les premières années de travail. Mais en fait, cette évolution est extrêmement variable. A côté de formes rapides, évolutives où la surdité survient en quelques années (on a même signalé des surdités subites atteignant d'emblée le dernier stade) il existe des formes lentes où l'évolution s'arrête au stade du scotome.

d) effets non spécifiques du bruit

Les plaintes subjectives contre le bruit ont la plupart du temps trait non à d'éventuelles lésions de l'ouïe, mais à la «fatigue nerveuse» causée par le bruit. Sous l'effet des bruits prolongés et intenses peut apparaître une sensation de fatigue, de lassitude générale, de grande faiblesse. La sensibilité subjective au bruit dépend de facteurs psychologiques et sociaux comme la signification du bruit et l'acceptation ou le rejet de l'environnement au cours de l'activité mentale.

- **effets perturbateurs du bruit sur l'organisme**

Le bruit entraîne des modifications du rythme de l'EEG, du rythme cardiaque, de la résistance cutanée, de la tension artérielle, des troubles de la vision, des perturbations liquidiennes, etc ... Ces signes peuvent être observés au cours d'aggressions diverses comme brûlures, émotion intense, vibrations intenses.

- **effets perturbateurs du bruit sur les performances intellectuelles ou psychomotrices**

Des études sur l'effet du bruit sur le rendement ont montré par exemple

que dans un atelier de mécanique les erreurs de pièce diminuent de 52% après abaissement du spectre sonore de 25%. L'influence du bruit sur le nombre et la gravité des accidents du travail est incontestable. Les bruits empêchent de se concentrer, réduisent l'attention, perturbent la réflexion et la mémorisation. Des bruits trop intenses peuvent empêcher de suivre une conversation, d'entendre des ordres, des recommandations. Les effets du bruit sur l'intelligibilité et la compréhension des messages verbaux proviennent aussi de l'effet de masque. Les tâches psychomotrices sont influencées par le bruit mais leur étude globale est difficile. La fréquence des erreurs augmente en fin d'exposition. Le bruit perturbe principalement les tâches intellectuelles et celles où l'attention doit se porter d'une source d'information à une autre. Dans l'ensemble la précision se détériore sous l'effet du bruit.

Un indice de gêne a été proposé par certains auteurs dont WISNER. On ne peut pas attribuer à ces critères une valeur scientifique rigoureuse dans l'état actuel de nos connaissances, mais ils permettent de se rendre compte de la possibilité ou de l'impossibilité d'un travail intellectuel dans les ateliers.

niveaux en dB

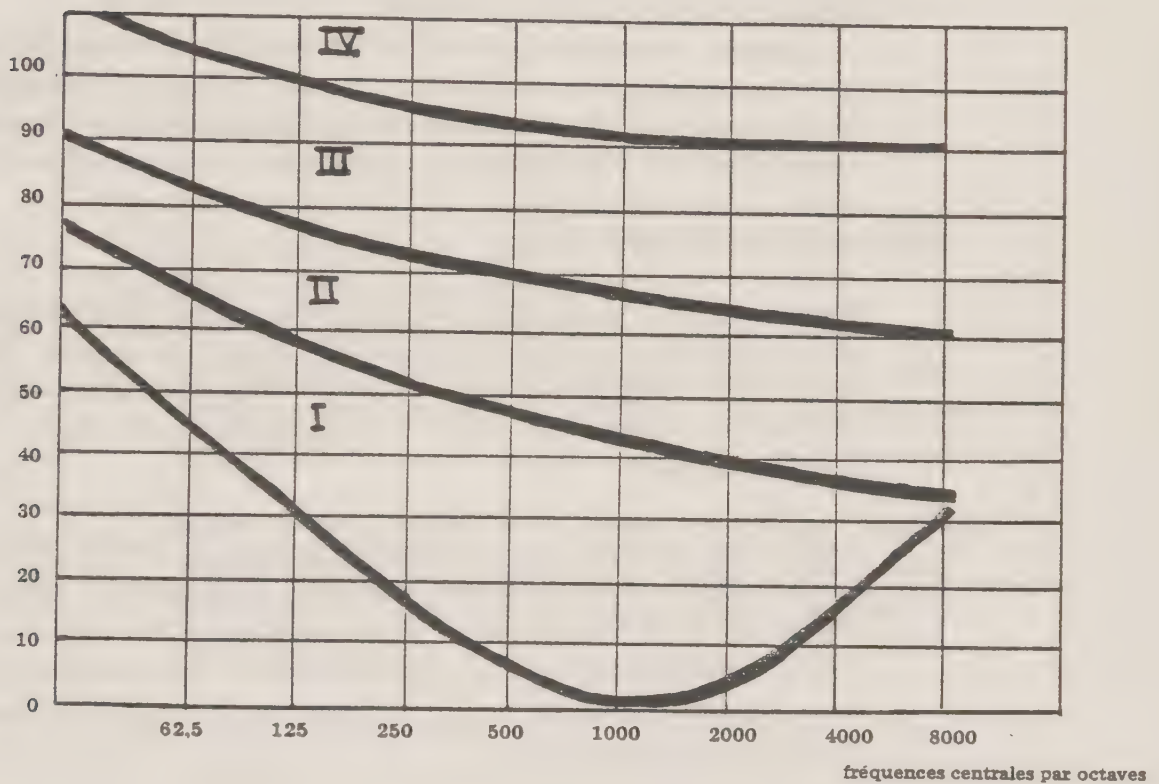


FIGURE 4

Indice de gêne selon WISNER

Zone 1 : le sommeil et le travail intellectuel ne sont pas gênés de façon appréciable

Zone 2 : le travail intellectuel complexe est pénible. Le travail courant administratif ou commercial n'est pas gêné de façon nette

Zone 3 : le travail intellectuel est très pénible, le travail administratif courant est pénible

Zone 4 : zone de danger : risque de surdité professionnelle.

- effets perturbateurs du bruit sur le comportement du sujet

Les bruits peuvent engendrer des sentiments de déplaisir, de désagrément, d'angoisse, d'appréhension mais ils peuvent aussi engendrer de véritables troubles de la personnalité : irritabilité, asthénie, susceptibilité. Les troubles du comportement et de la personnalité ne cessent pas avec le bruit en général, ils peuvent subsister des jours, des semaines après l'exposition au bruit. L'effort supplémentaire demandé par le travail dans le bruit détermine, après l'arrêt, un comportement anormal de dépression ou d'excitation.

Une enquête statistique auprès d'ouvriers a montré l'influence psychique exercée par le bruit. Les ouvriers exposés au bruit se distinguent des autres par une plus grande instabilité psychique dans leurs rapports sociaux, bien que leurs conditions externes de vie soient identiques.

II. MESURE DE L'AUDITION

Entendre, c'est à la fois recevoir et percevoir, capter et reconnaître, deux fonctions complémentaires. C'est la raison pour laquelle deux types d'audiométrie sont utilisés : l'audiométrie tonale mesure certaines qualités physiques de l'oreille, l'audiométrie vocale mesure la fonction perceptive.

Mais il faut rappeler que l'acoumétrie, examen de base de l'étude fonctionnelle de l'oreille, permet l'approche du diagnostic : acoumétrie classique au diapason et à la voix chuchotée et haute. Rinne positif, altération marquée à la voix chuchotée, perturbation relativement moins importante de la voix haute sont des signes communs à toute surdité de perception.

1. L'audiométrie tonale liminaire

C'est une analyse fréquentielle. On recherche la limite d'audibilité des sons pour des fréquences que l'on explore habituellement

d'octave en octave. Dans cette exploration, on trace une limite et définit un seuil. Il est intéressant de connaître non pas la valeur absolue de l'audition à partir d'une limite de référence physique, mais d'avoir une valeur relative par rapport à une oreille normale standard. L'audiogramme inscrit la perte en dB par rapport à l'oreille normale. Le zéro de l'audiogramme tonal est donc le seuil du sujet normal. Les fréquences sont portées en abscisses, les intensités en ordonnées à partir du zéro conventionnel, en déciBels de perte.

2. L'audiométrie vocale

Elle permet d'apprécier l'importance de la gêne que peut apporter un déficit auditif au cours de la vie. L'examen audiométrique consiste à faire entendre au sujet dans un milieu silencieux des éléments phonétiques présentés à un niveau sonore défini et stable. On note le nombre de mots compris aux diverses intensités. Les erreurs commises sont identifiées par la nature des phonèmes de remplacement. On peut faire une mesure à forte intensité ce qui indique la distorsion résiduelle ; en pratique, dans les atteintes professionnelles, on utilise le taux de distorsion phonétique résiduelle à 90 dB d'intensité.

3. L'examen audiométrique dans notre étude

Dans notre étude, tous les audiogrammes ont été réalisés sur le Camion audiométrique de l'Institut Universitaire de Médecine du Travail, ce qui a présenté trois avantages :

- tous les audiogrammes ont été réalisés par le même personnel qualifié, sur les mêmes appareils, tous étalonnés de façon identique, dans les mêmes conditions quels que soient les établissements ;
- le camion audiométrique, en se rendant directement dans les établissements a évité les pertes de temps, a permis de toucher un grand nombre d'élèves, sans perturber le déroulement normal des classes ;
- les résultats sont transcrits sur des fiches standardisées dont l'exploitation peut ensuite être entreprise par ordinateur, sans lequel cette étude n'aurait pu être menée à bien.

CHAPITRE III

REGLEMENTATION ET PREVENTION

RÈGLEMENTATION ET PRÉVENTION

La législation et la réglementation sur le bruit en France sont récentes. C'est l'arrêté du 10 juin 1972 qui détermine les conditions acoustiques des locaux d'habitation. Pour protéger la population des bruits de la rue, il existe certains décrets relatifs à l'insonorisation des engins de chantier, à la limitation du niveau sonore des groupes motocompresseurs (14/IV/1972) ; au bruit des véhicules automobiles (13/IV/1972) ; à l'emploi des avertisseurs sonores.

I. DANS LES MILIEUX DU TRAVAIL

1. Réglementation

Le 17 mars 1961, la Commission du bruit du Ministère de Santé Publique indique les limites acceptables des bruits industriels. C'est le décret du 12 avril 1969 et sa circulaire d'application du 26 novembre 1971 qui rendent possible par voie réglementaire une action tendant à assurer la protection des travailleurs contre les effets nuisibles du bruit.

« Les chefs d'établissement sont tenus de maintenir l'intensité des bruits supportés par les travailleurs à un niveau compatible avec leur santé, par la réduction de l'intensité des bruits à leur source d'émission, l'isolement des ateliers bruyants, l'insonorisation des locaux ou la mise en œuvre de techniques ou tous autres moyens appropriés »

D'autre part le décret du 10 avril 1963 sur la réparation des affections professionnelles provoquées par le bruit (42ème tableau) rend obligatoire la surveillance médicale et les examens audiométriques (à l'embauche, deux mois après, tous les deux ans) pour la liste limitative des travaux cités dans le tableau et ceci quel que soit le niveau sonore effectivement subi.

2. Prévention

Pour assurer la mise en application de ces décrets, les mesures à mettre en œuvre sont de 3 ordres :

- protection collective
- protection individuelle
- surveillance médicale.

Les mesures de prévention technique collective sont du ressort de l'architecte, de l'ingénieur et de l'acousticien, mais il nous a semblé intéressant de rappeler, dans cette étude, les conseils proposés par la circulaire du 26/XI/1971 car ces mesures pourraient être appliquées dans les milieux scolaires.

a) protection collective

* insonorisation des sources de bruit

- conception des machines nouvelles et amélioration des machines existantes

Les fiches techniques établies par les constructeurs concernant les caractéristiques de leurs machines devraient comporter également tous les renseignements relatifs à leurs niveaux de bruit.

Différentes mesures peuvent être prises : installation de capots insonorisants, de silencieux sur les orifices d'aspiration et de refoulement des machines, revêtement des surfaces vibrantes, remplacement des pièces métalliques par des éléments en matière plastique.

- installation et entretien des machines

Implantation des machines bruyantes de préférence à l'extérieur des locaux, dans des cabines à parois isolantes et absorbantes.

Utilisation de matériaux antivibratiles, de suspensions, de socles insonores anti vibratiles.

Entretien régulier des machines, lubrification.

* insonorisation des lieux de travail

L'insonorisation des locaux existants exige un traitement des murs des cloisons, des sols, des plafonds à l'aide de matériaux absorbants, l'installation d'écrans et de revêtements insonorisants.

Pour l'insonorisation des locaux nouveaux, il faut tenir compte de l'isolation phonique (créer un obstacle suffisant au bruit), de l'absorption phonique (absorber les bruits qui se produisent à l'intérieur des locaux), de la correction acoustique (diminuer le temps de réverbération pour obtenir un confort optimum).

b) protection individuelle

Si une réduction suffisante du bruit ne peut être obtenue, il convient de recourir à la protection individuelle, mais priorité doit toujours être donnée aux mesures de protection collective. De nombreux protecteurs individuels sont utilisés: bouchons d'oreille, coquilles, casques. Outre leur prix de revient élevé, leur utilisation se heurte à l'encombrement et à la gêne qu'ils représentent pour le sujet.

Leur efficacité se trouve rapidement limitée par la transmission des vibrations sonores par voie osseuse ou par le sol. L'atténuation qu'ils apportent n'en demeure pas moins valable dans certains cas.

c) surveillance médicale

A l'embauche elle se limite au dépistage d'affections otologiques préexistantes dont l'influence sur l'évolution ultérieure de l'audition est d'ailleurs discutée. Les contrôles réguliers, systématiques de l'audition des sujets exposés au bruit demeurent la seule méthode prophylactique valable pour dépister les sujets sensibles et les soustraire en temps utile à l'agent traumatisant. La recommandation de la Commission Technique d'Étude sur le Bruit mentionne le souhait que la surveillance audiométrique des travailleurs exposés au bruit soit obligatoire pour tous les sujets affectés à des travaux exposant à des bruits supérieurs à 80 dB.

II. DANS LES MILIEUX SCOLAIRES

1. Prévention collective

certaines normes de sécurité et d'acoustique sont prévues dans la construction des bâtiments, mais aucune étude en vue d'une véritable insonorisation n'est effectuée lors de la création d'un nouvel établissement ;

- aucune limite n'est fixée, dans la législation pour les niveaux sonores des ateliers des centres d'apprentissage et des CET ;
 - il n'est pas demandé, ni exigé de caractéristiques acoustiques particulières pour les machines utilisées pendant l'apprentissage.
2. Les protections individuelles ne sont pas utilisées pendant l'apprentissage.
3. La surveillance médicale est obligatoire en fin de 5ème et doit comporter un examen clinique médical. Mais aucune réglementation ne prévoit la nécessité d'un examen audiométrique avant l'orientation d'un adolescent vers l'apprentissage d'un métier bruyant.

CHAPITRE IV

MÉTHODE ET MATÉRIEL D'ÉTUDE - RÉSULTATS

MÉTHODE ET MATÉRIEL D'ÉTUDE - RESULTATS

I. MÉTHODE ET MATÉRIEL STATISTIQUE

Le premier problème posé par l'exploitation des renseignements recueillis par le camion audiométrique est celui d'une utilisation statistique. Le service informatique de Besançon a mis au point une feuille de marque pouvant être lue directement par la machine. Cette lecture automatique assure la mise en mémoire de toutes les données.

1 - Le dossier, c'est la fiche audiolgique sur laquelle les données qualitatives et quantitatives sont notées dès la collecte des renseignements sur le camion audiométrique. Cette fiche comprend 4 parties :

- a) 1ère partie : elle comprend les renseignements administratifs
- b) 2ème partie : elle concerne le travail dans le bruit
- c) 3ème partie : elle est clinique, elle comprend l'anamnèse du sujet et un examen clinique du tympan et de la perméabilité tubaire. Elle recueille les antécédents ORL et l'ensemble des antécédents du sujet
- d) 4ème partie : elle comporte les résultats audiométriques (oreille D et oreille G) à partir desquels il faut calculer le déficit auditif.

* Calcul de la perte auditive

La législation retient pour ce calcul une formule complexe qui prend en considération le déficit sur les fréquences 500, 1 000 Hz

(compté 2 fois) et 2 000 Hz, la somme étant divisée par 4 et le critère d'indemnisation pour les maladies professionnelles est de 35 dB.

Cette formule est arbitraire et ne tient pas compte du déficit sur le 4 000 Hz, spécifique d'une surdité professionnelle.

Pour nous, seule la prise en considération de la fréquence 3 000 Hz est valable, celle-ci devant être recherchée par le calcul à partir de la moyenne des valeurs à 2 000 Hz et 4 000 Hz afin d'estomper une élévation élective de la fréquence 3 000 Hz qui existe quelque fois et fausserait le résultat. Cette formule a le double avantage de tenir compte de l'origine professionnelle (déficit sur le 4 000 Hz) et de la gêne sociale (atteinte de la fréquence 2 000 Hz).

Le calcul a porté sur les deux oreilles et nous avons effectué la moyenne arithmétique entre l'oreille droite et l'oreille gauche.

* Le calcul des encoches

Il nous a semblé important pour les résultats de cette enquête de tenir compte non seulement de la perte auditive mais également du nombre d'encoches supérieures à 20 dB, c'est-à-dire le nombre de sujets présentant un déficit auditif supérieur ou égal à 20 dB.

2 - Étude statistique

L'étude statistique d'une population porte généralement sur des caractères communs à tous ses éléments. Nous distinguons 2 sortes de caractères : le caractère qualitatif dont la nature diffère entre éléments d'une même population et le caractère quantitatif dont l'intensité varie d'un membre à l'autre

- le caractère qualitatif ne pouvant être mesuré puisque seule sa nature change, il suffit de l'indexer. Nous divisons alors la population en autant de catégories que de natures distinctes prises par le caractère
- le caractère quantitatif est mesurable. Son intensité peut facilement être représentée.

a) calcul des indices statistiques

Dans toute étude statistique on utilise des indices. Quand les caractères sont qualitatifs, il n'est possible d'étudier que des distributions de fréquence. Lorsqu'ils sont quantitatifs, les distributions peuvent être caractérisées par des indices de position (moyenne) ou de dispersion (variance). Nous allons rappeler les méthodes de calcul de ces indices.

FICHE AUDIOLOGIQUE

Nom du Testeur :

USINE _____

NOM _____ Numéro de fiche

--	--	--	--

PRÉNOM _____ Sexe _____

Date de naissance _____ Age

--	--

Date de l'examen _____ 197

Numéro d'audiogramme _____

ATELIER (travail actuel) _____ Réf.

--	--	--

Heure journalier (heures) _____

Qualification professionnelle Ancienneté

ATELIER (travail antérieur) _____ Réf _____

Etablissement _____

Durée de travail (Années) si atelier bruyant

Qualification professionnelle

ATELIER (travail antérieur) Réf.

Établissement _____

Durée de travail (Années) si atelier bruyant

Qualification professionnelle

Durée totale du travail dans le bruit (Années)

Protection auriculaire

EXAMEN ORL

OBSERVATIONS

PATHOLOGIE
ORL

Spécifications :

- Première atteinte
- Deuxième atteinte
- Troisième atteinte

PATHOLOGIES
AUTRES

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐							

AUDIOMÉTRIE

VOCALÉ.... ☐ ☐

☐ ☐
☐ ☐

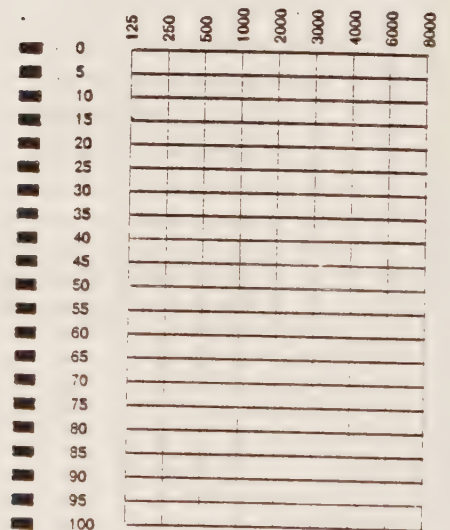
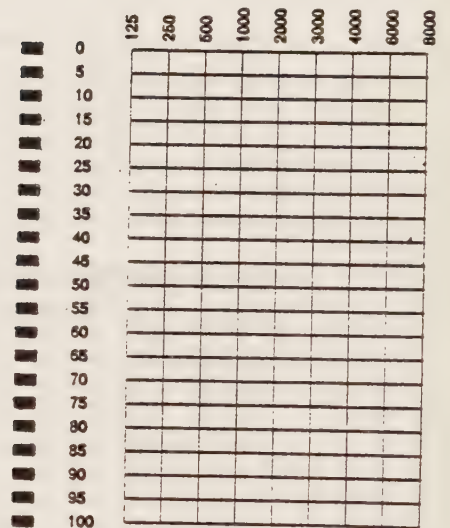
☐ ☐ ☐ SOIE	☐ ☐ ☐ ANNÉE
☐ ☐ ☐ RIDE	☐ ☐ ☐ GITE
☐ ☐ ☐ MILLE	☐ ☐ ☐ MOLE
☐ ☐ ☐ SOL	☐ ☐ ☐ SUC
☐ ☐ ☐ BULLE	☐ ☐ ☐ LANGE
☐ ☐ ☐ AMANT	☐ ☐ ☐ TEINTE
☐ ☐ ☐ GRAIN	☐ ☐ ☐ COUDE
☐ ☐ ☐ TRONC	☐ ☐ ☐ BOIS
☐ ☐ ☐ DARD	☐ ☐ ☐ DOUTE
☐ ☐ ☐ FAINE	☐ ☐ ☐ TOUFFE
☐ ☐ ☐ CRAIE	☐ ☐ ☐ CRIN
☐ ☐ ☐ MASSE	☐ ☐ ☐ NATTE
☐ ☐ ☐ ANON	☐ ☐ ☐ PAILLE
☐ ☐ ☐ PRIS	☐ ☐ ☐ RIVE
☐ ☐ ☐ CHATTE	☐ ☐ ☐ CIL
☐ ☐ ☐ SEVE	☐ ☐ ☐ TARD
☐ ☐ ☐ RASE	☐ ☐ ☐ VOUTE

OREILLE
DROITE

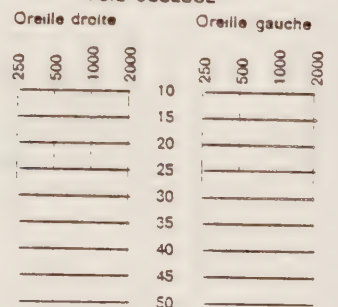
OBSERVATIONS :

OREILLE
GAUCHE

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



VOIE OSSEUSE



Ecrire au crayon mine de plomb

* distribution de la fréquence d'un caractère

Nous sommes en présence d'une population dont certains membres présentent un caractère qualitatif et nous cherchons le pourcentage des membres ayant le caractère choisi :

$$p' = \frac{x}{n}$$

x nombre de sujets de l'échantillon présentant le caractère envisagé
n nombre de sujets

Pour un risque d'erreur de 5%, on peut définir l'intervalle de confiance du pourcentage p :

$$p' - 1,96 \sqrt{\frac{p'(1-p')}{n}} \leq p \leq p' + 1,96 \sqrt{\frac{p'(1-p')}{n}}$$

* calcul de la moyenne (indice de position)

La moyenne arithmétique de plusieurs données est le quotient de leur somme par le nombre de ces données. Soient n données $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ leur moyenne est :

$$m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n n_i x_i$$

* calcul de la variance et de l'écart type (indices de dispersion)

La variance d'un ensemble de données est la moyenne arithmétique des carrés des distances de ces données à leur moyenne arithmétique

$$\text{variance} \quad \sigma^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n (x_i - m)^2 \right)$$

L'écart type est la racine carrée de la variance

$$\text{écart type} \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n (x_i - m)^2 \right)}$$

Ces formules sont théoriques, en fait les calculs de variance et d'écart type se font d'après les formules suivantes :

$$\sigma^2 = \frac{T_2 - \frac{(T_1)^2}{n}}{n-1} \quad \sigma = \sqrt{\frac{T_2 - \frac{(T_1)^2}{n}}{n-1}}$$

T_1 = somme des valeurs observées du caractère

T_2 = somme des carrés des valeurs données du caractère.

* Détermination de l'intervalle de confiance

L'observation d'une moyenne m sur un échantillon d'effectif n permet d'assigner à la moyenne inconnue u «un intervalle de confiance à 5%» déterminé par :

$$m - 1,96 \frac{s}{\sqrt{n}} \leq u \leq m + 1,96 \frac{s}{\sqrt{n}}$$

où s est l'estimation de l'écart type à partir de l'échantillon. D'une façon plus générale, au risque α correspond l'intervalle

$$m \pm \epsilon \frac{s}{\sqrt{n}}$$

où ϵ est la valeur de l'écart réduit lue dans la table, correspondant au risque α . Cette méthode n'est valable que pour des échantillons suffisamment grands ($n > 30$).

b) les tests statistiques

Une des questions les plus importantes à laquelle répond l'analyse statistique est celle de savoir si les différences que présentent entre elles 2 distributions peuvent provenir des aléas inhérents à la constitution des échantillons ou traduisent l'existence de facteurs systématiques responsables d'une part des écarts observés. Cette question peut être étudiée par le moyen des tests statistiques.

* Comparaison de deux pourcentages observés :

Il s'agit de comparer les pourcentages p_A et p_B d'individus présentant un caractère donné dans 2 échantillons d'effectifs n_A et n_B pour savoir si leurs deux échantillons proviennent ou non d'une même population où le pourcentage d'individus présentant le caractère est p .

On estime ce pourcentage théorique :

$$p = \frac{m_A p_A + m_B p_B}{n_A + n_B}$$

On calcule l'écart réduit

$$\epsilon = \frac{p_A - p_B}{\sqrt{\frac{pq}{n_A} + \frac{pq}{n_B}}} \quad q = 1 - p$$

Si ϵ est inférieur à la valeur de l'écart réduit pour un risque α , valeur lue dans la table, la différence entre les deux pourcentages n'est pas significative à $\alpha\%$. Si ϵ est supérieur à cette valeur, la différence est significative au risque α .

Pour pouvoir utiliser le test de l'écart réduit, il faut que les effectifs théoriques $n_A p$, $n_A q$, $n_B p$, $n_B q$ soient supérieurs à 5.

* Comparaison de deux moyennes observées

La comparaison entre 2 moyennes m_A et m_B observées sur des échantillons de n_A et n_B cas est fondée sur l'écart réduit :

$$\varepsilon = \frac{|m_A - m_B|}{\sqrt{\frac{s_A^2}{n_A} + \frac{s_B^2}{n_B}}}$$

Si $\varepsilon < 1,96$, la différence entre les deux échantillons n'est pas significative au risque de 5%.

Si $\varepsilon \geq 1,96$ la différence est significative et le risque α correspondant à ε , lu dans la table, fixe le degré de signification.

Le test est d'autant plus significatif qu' α est plus petit ou qu' ε est plus grand.

Ce test n'est valable que si les moyennes suivent une loi normale ce qui est généralement le cas pour les grands échantillons. Il faut que n_A et n_B soient supérieurs à 30.

* Cas des séries appariées

On peut se trouver dans le cas de 2 séries de mesures effectuées sur les mêmes sujets. Il s'agit alors de 2 séries appariées. On fait pour chaque sujet la différence des 2 mesures ; puis on calcule la moyenne m des différences et sa variance. On compare alors cette moyenne à 0 au moyen de l'écart type réduit

$$\varepsilon = \frac{m}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Dans le cas où n est inférieur à 30, on utilise le test de t

$$t = \frac{m}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

- c) l'étude statistique dans notre enquête a été réalisée par le Service Informatique et Statistique de la Faculté de Médecine et Pharmacie de Besançon. Les moyens utilisés ont été classiques : tests d'analyse gaussienne, calcul de la moyenne, de l'écart type et de l'intervalle de confiance, comparaison de moyennes.

II. EXPÉRIMENTATION

Notre enquête voulant mettre en évidence l'existence ou l'absence d'une atteinte auditive chez les adolescents des centres d'apprentissage, il faut comparer deux échantillons : un témoin et l'échantillon formé des jeunes apprentis.

1. Le témoin

Nous avons choisi une école mixte d'infirmiers (en principe non bruyante) dont les élèves ont une vie extra scolaire identique aux jeunes apprentis en ce qui concerne en particulier l'influence des bruits de la vie quotidienne (rue, habitation) et l'influence également de l'amplification sonore de la musique moderne (salles de concert ou tourne disques). Il faut noter que l'importance des deux roues, mobylettes, motos et du danger auditif que représente le bruit émis par certains de ces véhicules, est sans doute plus grande chez les apprentis que chez les infirmiers.

Il faut savoir également que le milieu social n'est pas le même pour l'ensemble des apprentis que pour l'ensemble des élèves infirmiers ; que l'âge des infirmiers est légèrement plus élevé que celui des apprentis (18 à 20 ans pour les infirmiers, 15 à 18 ans pour les apprentis).

2. Les élèves apprentis

Ce sont uniquement des sujets de sexe masculin.

a) les établissements

notre étude a porté sur 8 établissements de la région lyonnaise. Ces établissements sont de 2 types :

- * les Collèges d'Enseignement Technique CET et les lycées techniques. Les CET préparent des élèves de 14 à 16 ans ou plus au certificat d'aptitude professionnelle CAP qu'ils ont choisi
Les lycées préparent des élèves de 15 à 18 ans ou plus au BEP et au baccalauréat de technicien. Dans de nombreux cas le CET est annexé à un lycée technique.
- * les Centres de formation professionnelle ou centres d'apprentissage directement liés au monde du travail du fait même de leur fonctionnement, préparent des élèves de 15 à 19 ans aux divers CAP. Cette formation se fait dans le cadre d'un contrat d'apprentissage signé à la fin de la première année d'étude pour une durée de 2 ans. La fin de cette formation est sanctionnée par un CAP ou, parfois, un BEP.

b) les professions

4 professions ont été étudiées dans notre enquête. Ce sont :

- chaudronniers
- métalliers-serruriers
- menuisiers
- mécanique générale.

Les premières recherches s'étaient surtout intéressées aux chaudronniers, c'est en effet une profession reconnue par la loi comme étant particulièrement bruyante. Il nous a semblé par la suite intéressant d'étendre notre enquête à d'autres professions non reconnues bruyantes comme la mécanique.

c) l'âge

Les sujets que nous avons examinés au cours de cette enquête étaient âgés de 13 à 20 ans, avec une nette majorité entre 15 et 18 ans.

d) le nombre d'années d'étude

- dans les CET, le CAP se prépare en 3 ans : 1ère année, 2ème année, 3ème année de CAP
- dans les lycées techniques le BEP ou le baccalauréat se prépare en 3 ans : 2ème, 1ère et terminale
- dans les centres d'apprentissage, le CAP se prépare également en 3 ans : une année préparatoire et 2 ans sous contrat d'apprentissage.

Dans un souci de simplification, nous parlerons de 1ère année d'étude, 2ème année et 3ème année d'étude quel que soit le type d'étude suivi.

e) l'horaire hebdomadaire de travail dans le bruit

Puisque dans les écoles les emplois du temps sont hebdomadaires, nous parlerons d'horaire hebdomadaire, sans tenir compte de l'horaire journalier dans le bruit. Cet horaire hebdomadaire varie suivant les établissements, suivant l'existence ou non de stages en milieu professionnel, suivant parfois l'année d'étude.

f) la pathologie ORL

Ont été retenus comme antécédents ORL : otite aiguë, otite chronique, prise de médicaments ototoxiques, sinusite, rhinite, surdité familiale, surdité, bourdonnements d'oreille, vertiges, céphalées, traumatismes acoustiques et autres traumatismes non professionnels.

III. ÉNONCÉ DES RÉSULTATS

1. Les résultats audiométriques

a) le témoin : les élèves infirmiers

nombre	Perte auditive 2000+4000/2 (dB)	Intervalle de confiance	Encoches de plus de 20 dB (%)	antécédents ORL (%)
49	6,60 dB	5,60 - 7,60	0	51%

Tableau 1

b) résultats concernant 1033 sujets différents répartis sur 8 établissements et 37 classes différents (voir ANNEXE I)

tableau 1 : établissement 27

tableau 2 : établissement 94

tableau 3 : établissement 97

tableau 4 : établissement 122

tableau 5 : établissement 209

tableau 6 : établissement 211

tableau 7 : établissement 213

tableau 8 : établissement 214

c) résultats concernant 121 sujets ayant été examinés deux années consécutives (voir ANNEXE II)

tableau 1 : classe 1, établissement 27

tableau 2 : classe 2, établissement 27

tableau 3 : classe 1, établissement 97

tableau 4 : classe 2, établissement 97

tableau 5 : classe 1, établissement 122

2. Les résultats sonométriques

Nous donnons les résultats sonométriques en dB(A) avec une constante de temps rapide, puisque toutes les normes de mesure de bruits recommandées par l'ISO, ou normalisées par l'AFNOR reposent sur ce type de mesure. On notera la valeur en dB(C) entre parenthèses seulement lorsque celle-ci sera nettement supérieure à la valeur dB(A).

établissement profession *	94 2	94 1	209 2	209 4	209 1	211 2	211 3	213 3	213 1	213 4	214 3	214 2
nombre de sujets	68	88	53	16	37	31	19	21	24	33	26	46
perte auditive 2000+4000/2(dB) encoches de 20 dB	9,6 3%	8,68 2%	8,64 9%	11,60 12,5%	7,95 11%	19,06 39%	14,5 32%	12,2 19%	14,5 13%	15,1 18%	10,2 4%	8,2 9%
niveau moyen dBA (dBC) 250 Hz 4000 Hz 8000 Hz	84 60 64 60	86 55 82 85	91 66 89 80	78 54 64 58	94 70 84 84	95 60 88 91	88 68 72 64	94 78 93 82	82 68 70 60	77 54 60 63	95 78 79 73	88 67 83 81
niveau maximum dBA (dBC) 250 Hz 4000 Hz 8000 Hz	92 68 88 86	102 (106) 71 95 85	103 88 83 84		112 (114) 67 110 109	105 81 100 92	101 86 90 84	102 (106) 79 91 80	99 (103) 72 97 89	85 62 71 78	105 (107) 82 97 91	108 80 97 95
insonorisation des ateliers	+	+	+	Ø	+	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø

Tableau 2 : relevés sonométriques effectués dans les ateliers

* profession 1 : chaudronnier
 2 : métallier - serrurier
 3 : menuisier
 4 : mécanicien.

CHAPITRE V

ÉTUDE DES RÉSULTATS

ÉTUDE DES RÉSULTATS

I. ÉTUDE PORTANT SUR 1033 ÉLÈVES APPARTENANT A 8 ÉTABLISSEMENTS DIFFÉRENTS

Nous donnerons pour chaque résultat le nombre des élèves, la moyenne des pertes auditives, l'intervalle de confiance et le pourcentage d'encoches auditives.

nombre de sujets	perte auditive 2000+ 4 000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
1 033	11,50	11 - 12	13 %

Tableau 3 : perte auditive et pourcentage d'encoches auditives chez les apprentis (figure 5)

On remarque une différence significative ($\chi^2 = 8,45$) au risque de 1% entre la perte auditive des élèves infirmiers et celle des élèves apprentis. On note sur l'ensemble des élèves apprentis un taux de 13% d'encoches supérieures à 20 dB. Ce pourcentage est voisin du taux de surdités chez les chaudronniers, lors de l'enquête effectuée par les Services du Centre de Sélection des Armées.

1. Étude en fonction de l'année d'étude

Nous avons classé les sujets suivant leur année d'étude : 1ère, 2ème et 3ème année d'étude. Il nous a semblé intéressant d'étudier l'atteinte auditive dès les premiers mois d'exposition au bruit et nous avons séparé les sujets exposés moins de 3 mois du reste des sujets de 1ère année.

nombre de sujets	année d'étude	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB(%)
162	moins de 3 mois	8,98	7,92 - 10,04	7%
530	1ère année	11,50	10,8 - 12,20	13%
241	2ème année	12,33	11,28 - 13,18	13%
100	3ème année	14,71	12,4 - 17,02	27%

Tableau 4 : perte auditive des apprentis en fonction de l'année d'étude
(figure 6)

On remarque :

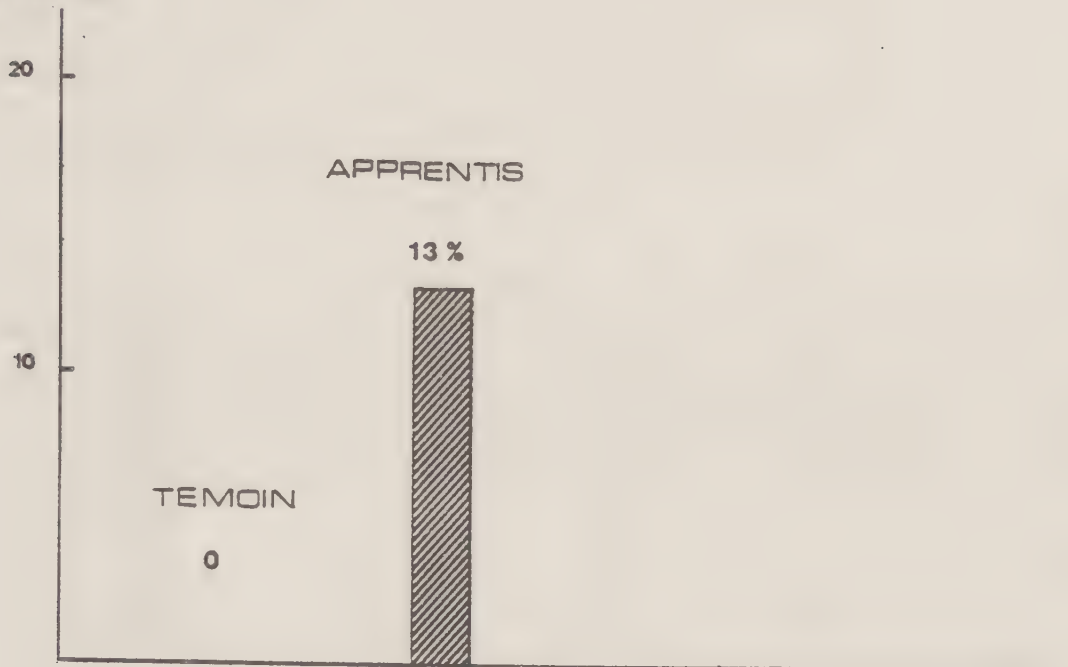
- une différence significative ($\mathcal{E}=3,22$) au risque de 1% entre les élèves infirmiers et les apprentis exposés pendant moins de 3 mois au bruit des ateliers,
- une différence significative ($\mathcal{E}= 3,94$) au risque de 1% entre les apprentis exposés moins de 3 mois au bruit et ceux de 1ère année,
- l'absence de différence significative entre la perte auditive des sujets de 1ère année et celle des sujets de 2ème année, entre celle des 2ème année et celle des 3ème année,
- une différence significative ($\mathcal{E}= 2,68$) au risque de 1% entre la 1ère et la 3ème année d'étude.

On peut dire qu'un déficit auditif apparaît dès le début de l'exposition au bruit, qu'il augmente pendant la 1ère année d'étude, semble se stabiliser pendant la 2ème année et continue de s'accroître au cours de la 3ème année d'étude. On retrouve la même évolution pour le pourcentage d'encoches. Sur l'ensemble des 3 années il existe une aggravation nette du déficit auditif et le pourcentage des encoches auditives supérieures à 20 dB est multiplié par 4 au cours des 3 ans.

2. Étude en fonction de l'horaire hebdomadaire

Il faut signaler que l'horaire hebdomadaire de travail en atelier n'augmente pas ou peu (2 à 3 heures par semaine) avec les années d'étude. Il est différent suivant les établissements, suivant la conception de l'enseignement. Puisque dans chaque établissement nous avons examiné des 1ère année, 2ème et 3ème année, nous retrouvons dans chaque tranche horaire des sujets de 1ère, 2ème et 3ème année.

pourcentage d'encoches
auditives



perte auditive
en dB

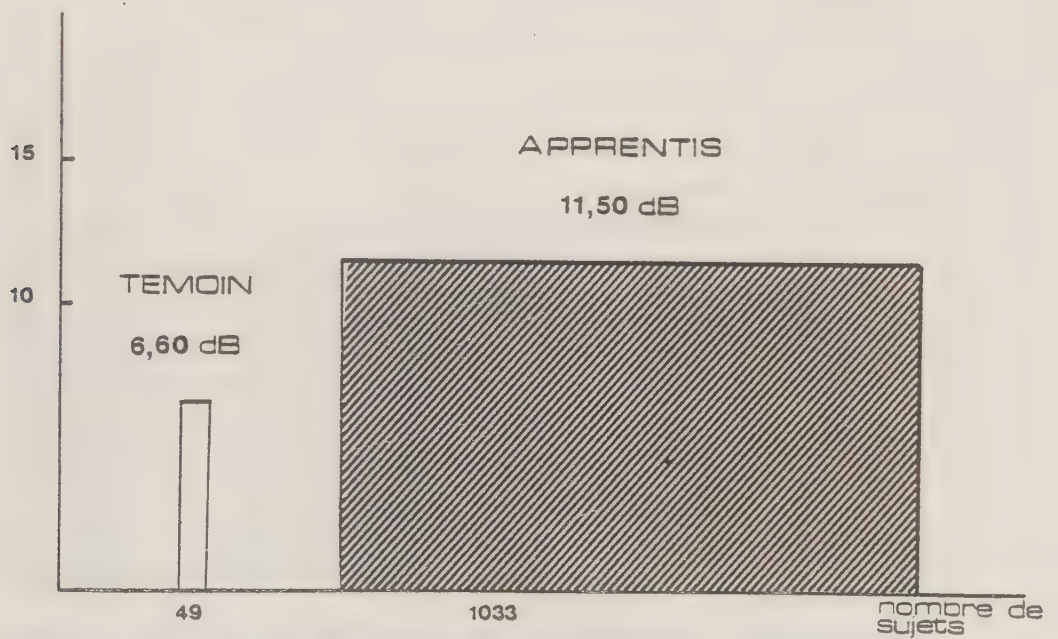


FIGURE 5 : perte auditive et pourcentage d'encoches chez les apprentis et les infirmiers-élèves

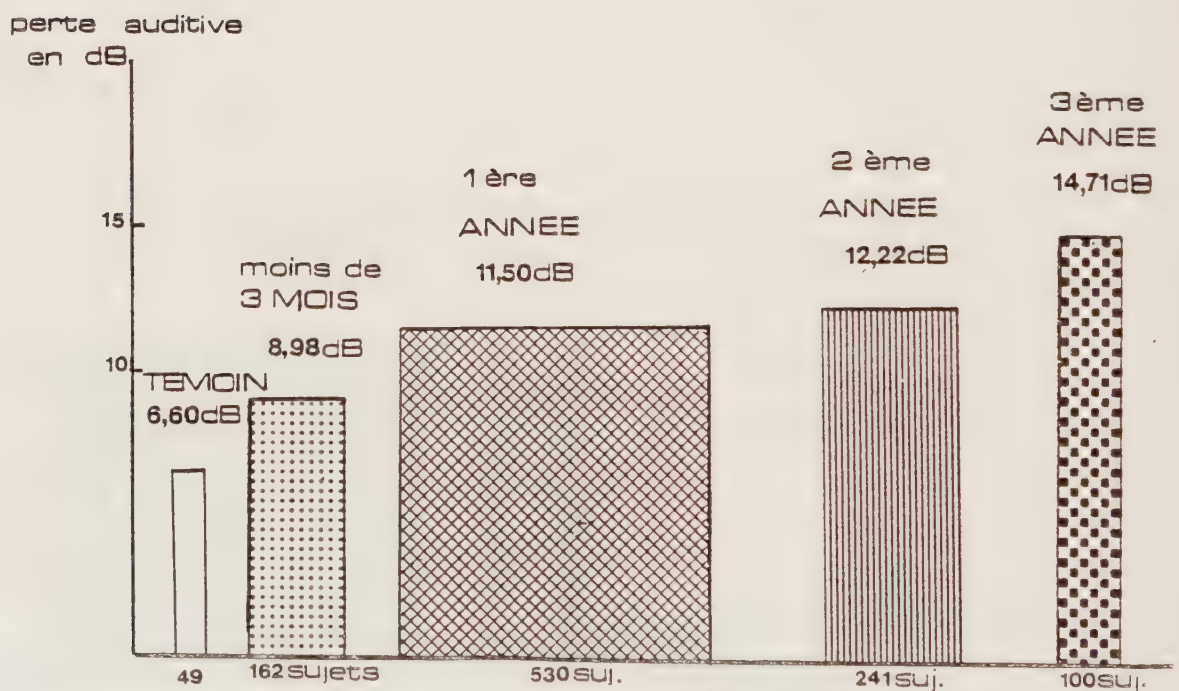
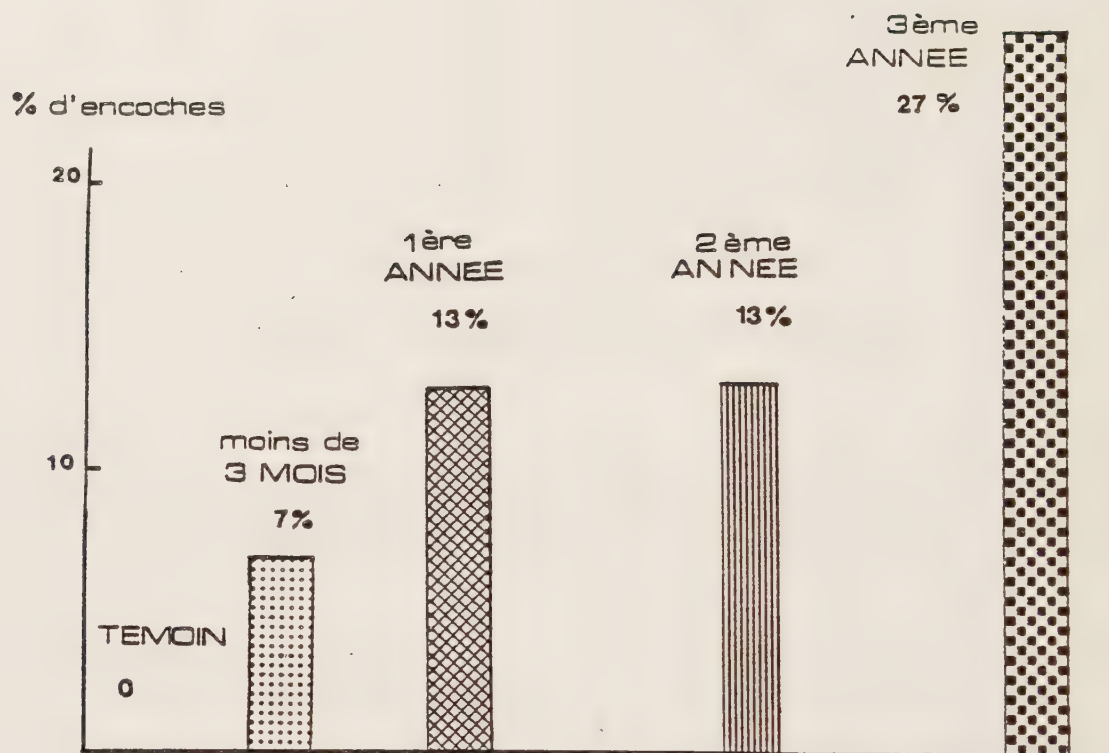


FIGURE 6 : perte auditive et % d'encoches en fonction de l'année d'étude.

Horaire hebdomadaire d'atelier	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
12 à 15 h./s	193	8,53	7,69-9,37	4%
16 à 19 h./s	357	10,48	9,55-11,41	12%
20 à 23 h./s	332	13,43	12,55-14,31	16%
24 à 28 h./s	151	14,07	12,72-15,42	23%

Tableau 5 : perte auditive des apprentis en fonction de l'horaire hebdomadaire (figure 7)

On remarque une différence significative au risque de 1% entre les sujets exposés 12 à 15 heures/semaine et ceux exposés 16 à 19 heures/semaine ; entre les sujets exposés 16 à 19 heures/semaine et ceux exposés 20 à 24 heures/semaine. On note une augmentation du déficit auditif parallèle à l'augmentation du nombre d'heures d'atelier/semaine. De même le taux d'encoches est multiplié par 6 pour les horaires les plus élevés.

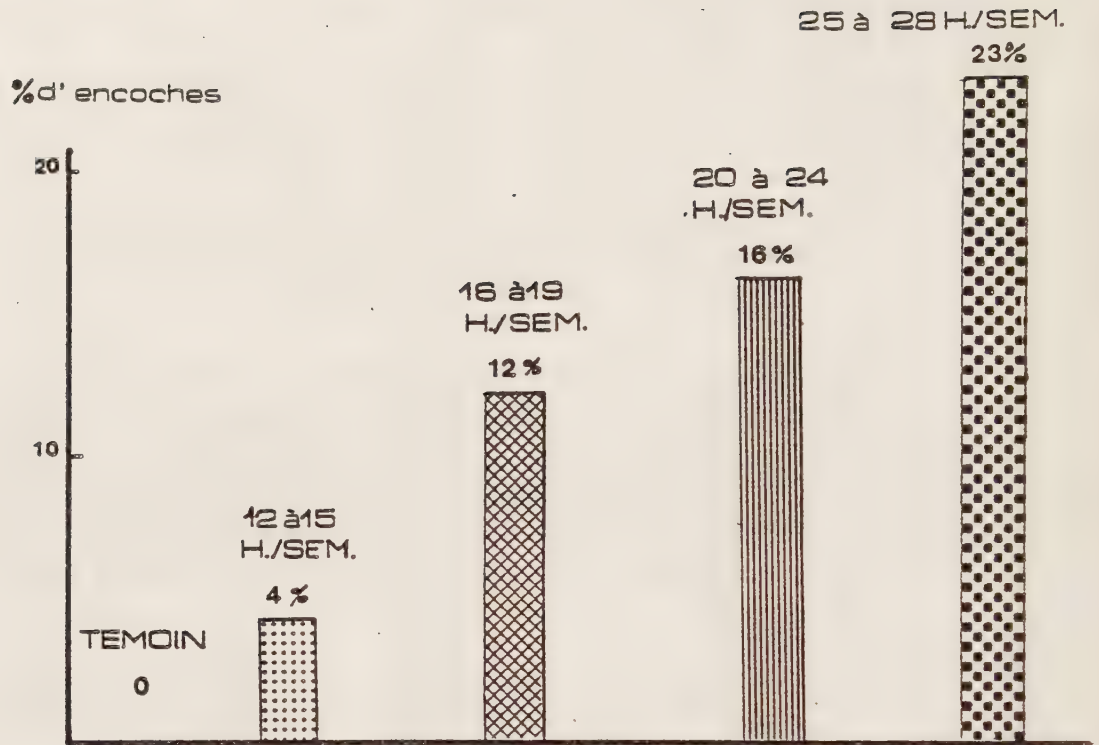
Dans un souci de simplification nous avons pris comme moyenne de l'horaire : 20 heures/semaine et nous avons classé les sujets en deux catégories.

horaire hebdomadaire	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
12 à 19 h./s	550	9,80	9,13-10,47	9%
20 à 28 h./s	483	13,63	12,89-14,37	18%

Tableau 6 : perte auditive des apprentis en fonction de l'horaire hebdomadaire de travail dans le bruit (figure 8)

Il existe une différence significative au risque de 1% entre les élèves exposés moins de 20 heures/semaine au bruit et ceux exposés plus de 20 heures/semaine au bruit. Le taux d'encoches est multiplié par deux pour les sujets les plus exposés.

Si nous étudions la perte auditive des sujets travaillant moins de 20 heures/semaine dans le bruit suivant leur année d'étude, nous remarquons toujours la même aggravation avec le nombre d'années d'étude (différence significative au risque de 1% entre les sujets exposés moins de 3 mois et les sujets en 2ème année d'étude).



perte auditive

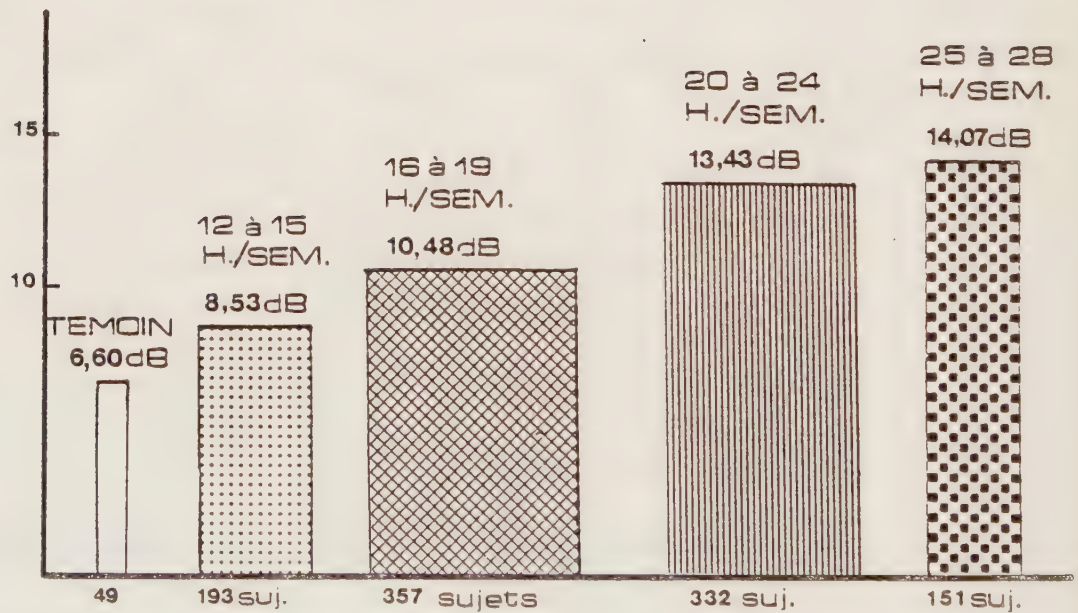


FIGURE 7 : perte auditive et % d'encoches en fonction de l'horaire hebdomadaire.

année d'étude	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
moins de 3 mois	116	7,32	6,24-8,40	3%
1ère année	340	10,40	9,47-11,33	11%
2ème année	94	10,65	9,16-12,14	6%

Tableau 7 : perte auditive des apprentis en fonction de l'année d'étude, pour des horaires inférieurs à 20 heures/semaine.

Par contre les sujets exposés plus de 20 heures/semaine dans le bruit ne présentent pas d'aggravation avec le nombre d'année d'étude. Les sujets exposés pendant moins de 3 mois sont atteints avec la même importance que les sujets de 2ème année. La même remarque peut être faite pour le taux d'encoches.

année d'étude	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
moins de 3 mois	46	13,17	11,03-15,31	17%
1ère année	190	13,48	12,53-14,43	16%
2ème année	147	13,23	12,03-14,43	16%

Tableau 8 : perte auditive des apprentis en fonction de l'année d'étude, pour des horaires d'atelier supérieurs à 20 heures/semaine.

Le nombre d'heures d'exposition au bruit par semaine semble donc être un facteur de gravité très important puisque quelle que soit l'année d'étude, le déficit auditif se maintient au-dessous de 10,45 dB pour un horaire inférieur à 20 heures/semaine et est toujours supérieur à 13 dB pour un horaire supérieur à 20 heures/semaine. On peut faire la même remarque pour le pourcentage d'encoches, qui reste inférieur à 10% pour des horaires faibles et est supérieur à 16% pour des horaires élevés.

On remarque :

- une différence significative entre les sujets de 1ère année exposés 12 à 19 heures par semaine et ceux exposés 20 à 28 heures/sem.
- la même remarque peut être faite pour les sujets exposés moins de 3 mois et ceux de 2ème année.

Puisqu'il nous semble important de tenir compte à la fois de l'année d'étude et de l'horaire, il faut définir plus précisément le temps

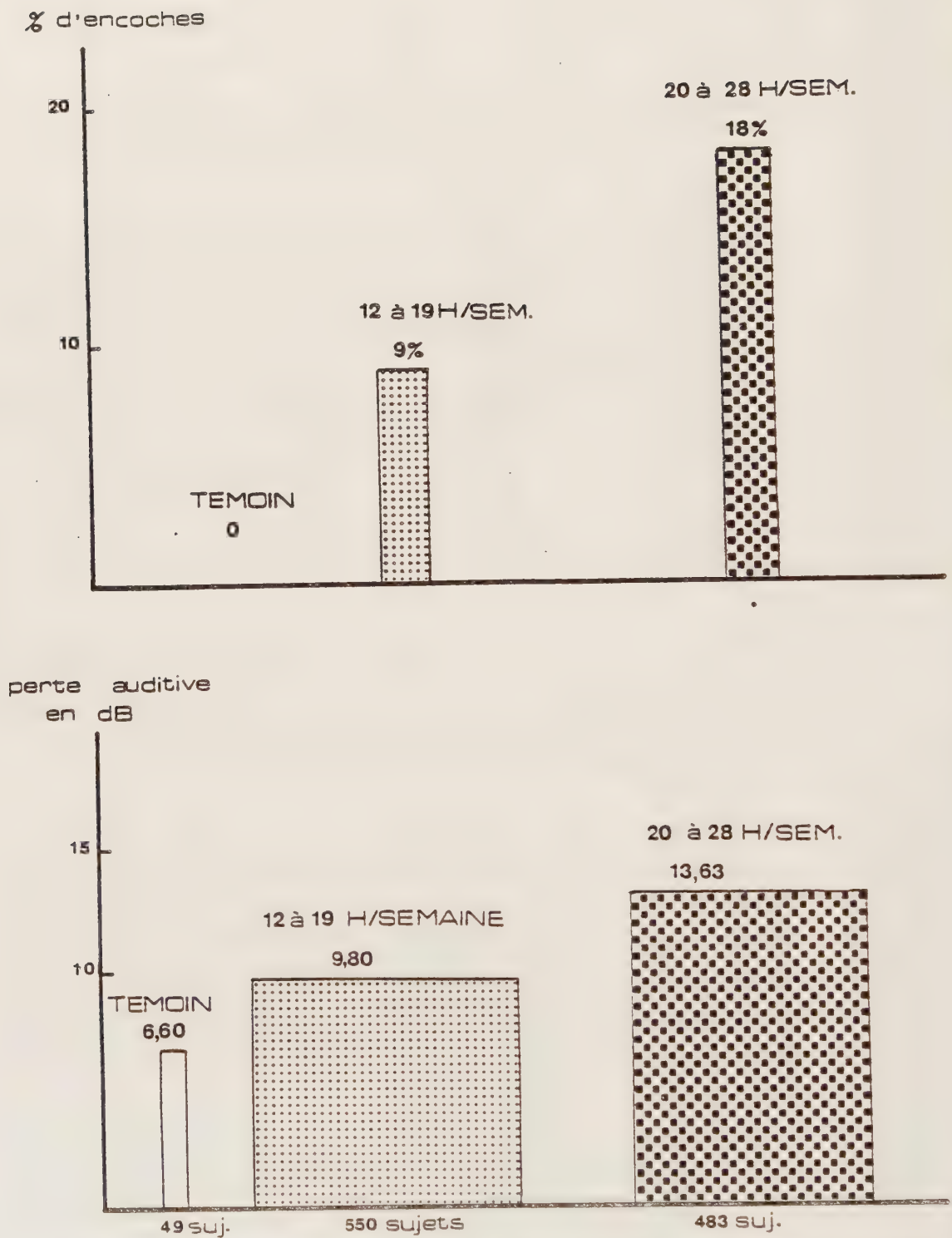


FIGURE 8 : perte auditive et % d'encoches en fonction de l'horaire hebdomadaire.

d'exposition et nous avons donc calculé le nombre total d'heures d'exposition au bruit.

3. Etude en fonction du nombre total d'heures d'exposition au bruit

Connaissant l'horaire hebdomadaire, l'année d'étude et le jour exact de l'examen audiométrique, nous avons pu calculer le nombre total d'heures passées dans le bruit. Nous n'avons pas pu tenir compte des redoublements de classe.

nombre d'heures	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
0 à 200 h.	131	8,55	7,37-9,73	7%
201 à 800 h.	456	10,67	9,91-11,43	11%
801 à 1400 h.	260	12,53	11,7-13,36	13%
1401 à 2000h.	186	14,67	13,2-14,14	25%

Tableau 9 : perte auditive des apprentis en fonction du nombre total d'heures d'exposition au bruit (figure 9)

On remarque :

- une différence significative ($\chi^2 = 2,48$) au risque d'erreur de 5% entre le témoin et les sujets exposés moins de 200 heures au bruit,
- une différence significative ($\chi^2 = 3,03$) au risque d'erreur de 1% entre les sujets exposés moins de 200 heures et ceux exposés pendant 200 à 800 heures,
- une différence significative ($\chi^2 = 3,1$) au risque d'erreur de 1% entre les sujets exposés 200 à 800 heures et ceux exposés 800 à 1400 heures,
- une différence significative ($\chi^2 = 2,52$) au risque d'erreur de 1% entre les sujets exposés 800 à 1400 heures et ceux exposés plus de 1401 heures.

Le déficit auditif augmente régulièrement avec le nombre d'heures d'exposition au bruit. Les sujets présentent une atteinte dès les premières heures d'exposition.

Si nous étudions la perte auditive des sujets travaillant moins de 20 heures par semaine dans le bruit, en fonction du nombre total d'heures, nous remarquons qu'il existe une aggravation avec le nombre d'heures, mais une aggravation peu marquée puisque la perte auditive reste inférieure à 10,65dB

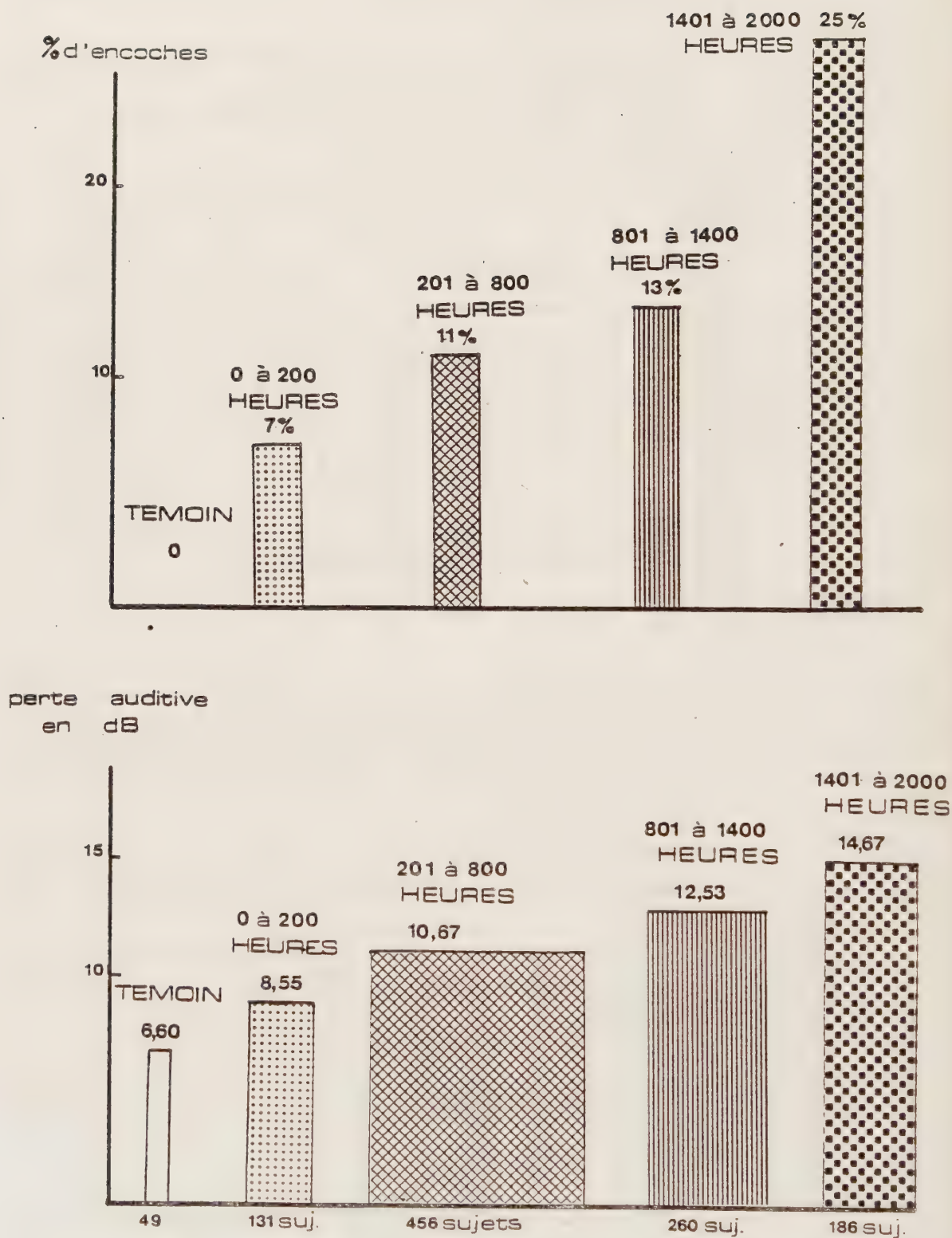


FIGURE 9 : perte auditive et % d'encoches en fonction du nombre total d'heures passées dans le bruit.

nombre d'heures	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
0 à 200 h.	116	7,32	6,24-8,4	3%
201 à 800 h.	340	10,41	9,48-11,34	11%
801 à 1400 h.	94	10,65	9,15-12,15	6%

Tableau 10 : *apprentis travaillant 12 à 19 heures par semaine* :
perte auditive en fonction du nombre total d'heures d'exposition au bruit
(figure 10)

Par contre pour les sujets travaillant plus de 20 heures par semaine dans le bruit, on note une nette évolution du déficit auditif qui croît avec le nombre d'heures d'exposition au bruit. Nous ne tiendrons pas compte des 15 sujets exposés moins de 200 heures au bruit et qui présentent en moyenne une perte auditive de 18 dB, l'échantillon est trop petit pour que nous puissions en tirer des conclusions.

nombre d'heures	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
0 à 200 h.	15	18	14,61-21,39	33%
201 à 800 h.	116	11,78	10,54-13,02	9%
801 à 1400 h.	166	13,59	12,63-14,55	16%
1401 à 2000h.	186	14,67	13,2-16,14	25%

Tableau 11 : *apprentis travaillant 20 à 28 heures par semaine* :
perte auditive en fonction du nombre total d'heures d'exposition au bruit.
(figure 10)

Il faut noter que pour un même nombre d'heures d'exposition, 800 à 1400 heures par exemple, les sujets ayant subi cette exposition à un rythme supérieur à 20 heures par semaine sont nettement plus atteints que les sujets soumis à un rythme inférieur à 20 heures par semaine : la différence est hautement significative.

4. Etude en fonction de la profession

L'ensemble des sujets examinés comprenait 49% de chaudronniers, 20% de métalliers-serruriers, 6% de menuisiers et 25% d'apprentis en mécanique générale.

Il n'existe pas de différence significative entre les valeurs des pertes auditives des différentes professions étudiées. Mais nous ne pouvons pas en tirer de conclusion car dans chaque profession

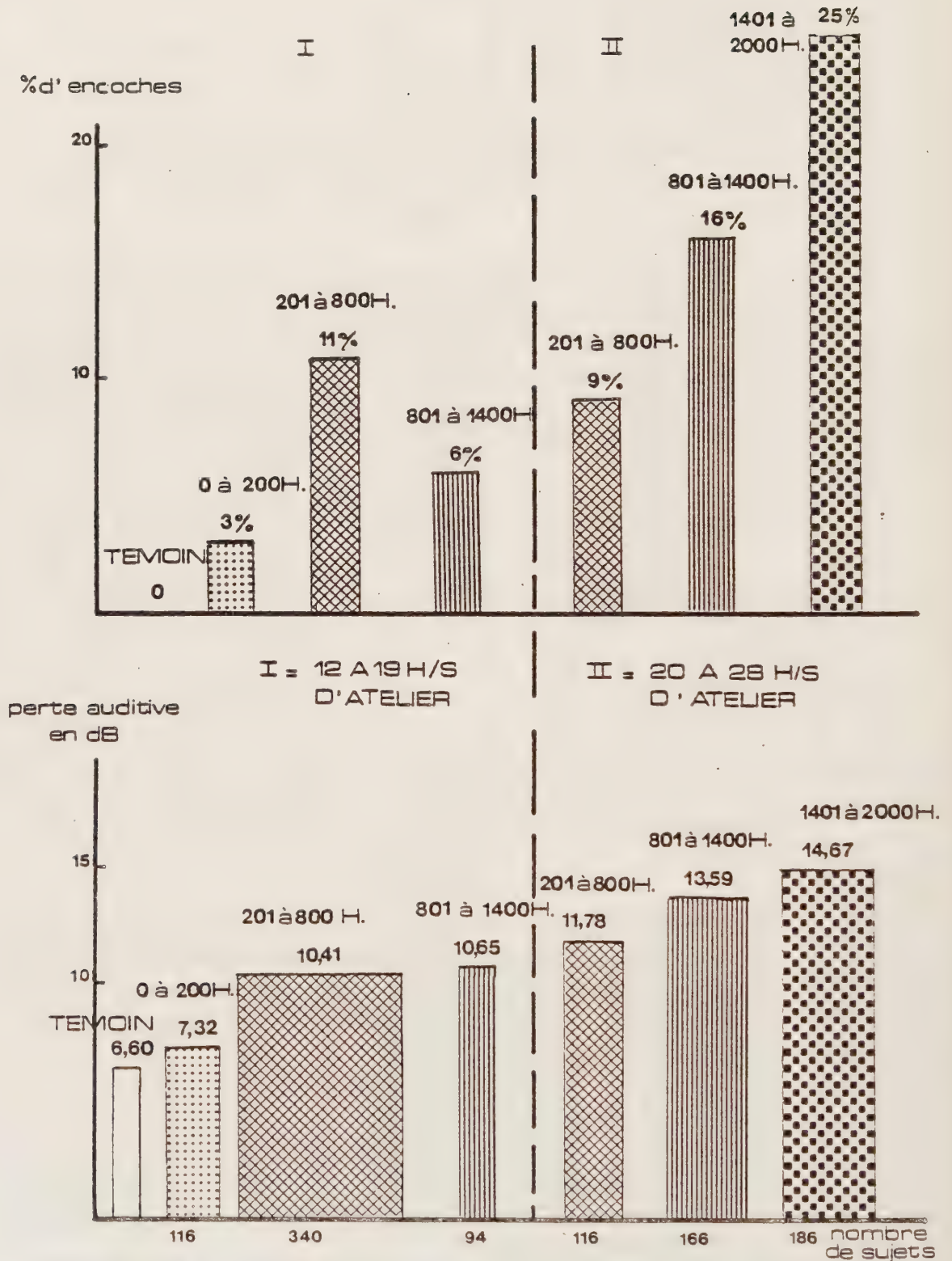


FIGURE 10 : perte auditive et % d'encoches en fonction du nombre total d'heures passées dans le bruit.

étudiée la répartition en fonction des années d'étude n'est pas la même.

profession	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
chaudronniers	502	11,70	11,07-12,33	13%
métalliers-serruriers	210	10,65	9,52-11,78	11%
menuisiers	66	12,09	10,35-13,83	16%
mécanique	255	12,02	10,72-13,32	16%

Tableau 12 : perte auditive des apprentis en fonction de la profession étudiée (figure 11)

Les chaudronniers et les métalliers-serruriers étant le plus souvent dans les mêmes ateliers et les mêmes conditions de travail, nous les avons réunis pour étudier la perte auditive de l'ensemble de ces sujets.

nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
712	11,38	11,10-11,66	12%

Nous pouvons étudier l'évolution du déficit auditif pour chaque profession en fonction du nombre total d'heures d'exposition au bruit.

POUR LES CHAUDRONNIERS

nombre d'heures	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
0 à 200 h.	38	6,78	5,56-7,99	0%
201 à 800 h.	233	10,98	10,13-11,83	10%
801 à 1400 h.	122	11,71	10,64-12,78	9%
1401 à 2000h.	109	14,93	13,25-16,61	28%

POUR LES MÉTALLIERS-SERRURIERS

nombre d'heures	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
0 à 200 h.	75	9,21	7,55-10,87	10%
201 à 800	55	10,9	8,7-13,1	7%
801 à 1400 h.	53	12,87	10,18-15,56	17%

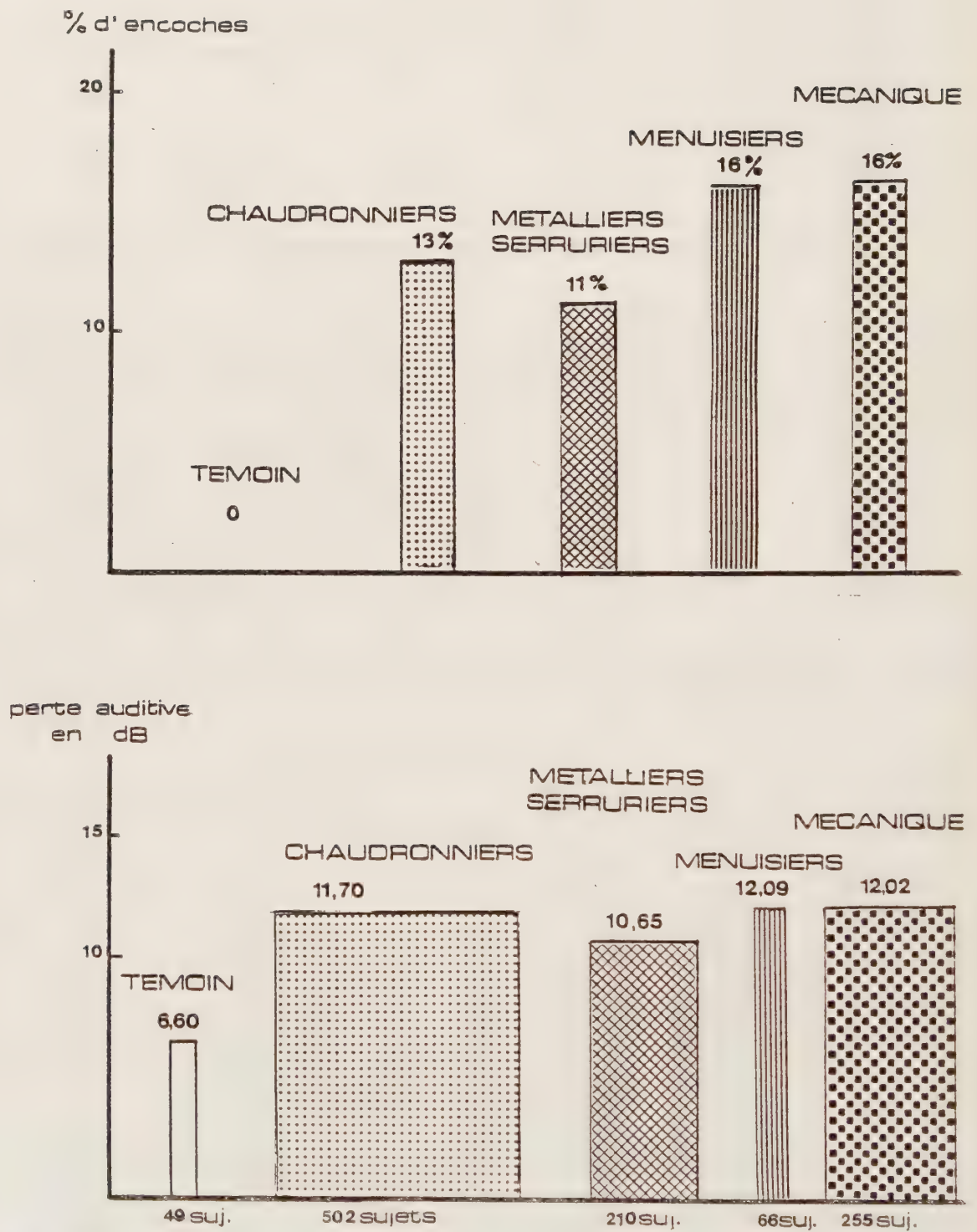


FIGURE 11 : perte auditive et % d'encoches en fonction de la profession.

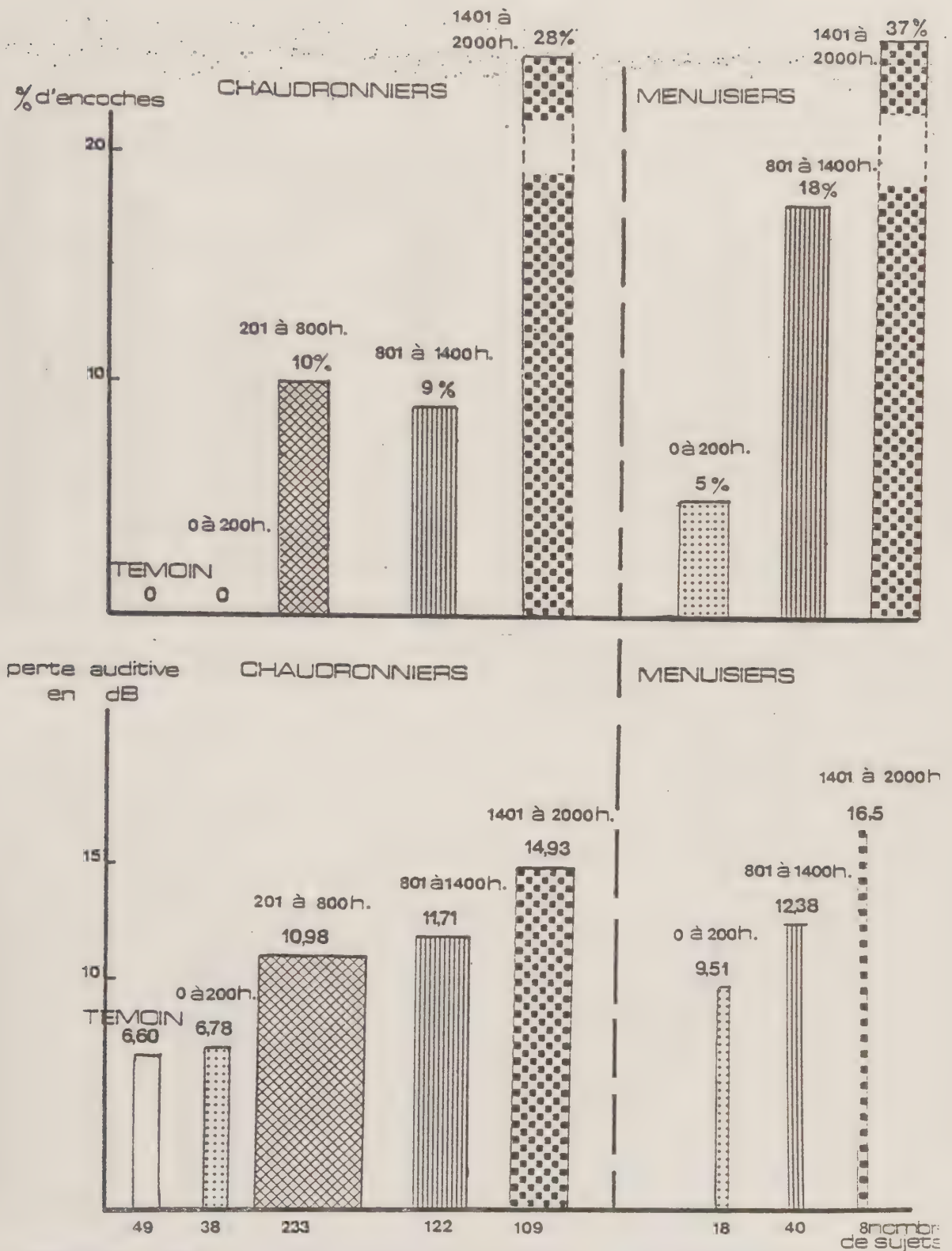


FIGURE 12 : perte auditive et % d'encoches en fonction du nombre total d'heures passées dans le bruit, chez les CHAUDRONNIERS et MENUISIERS.

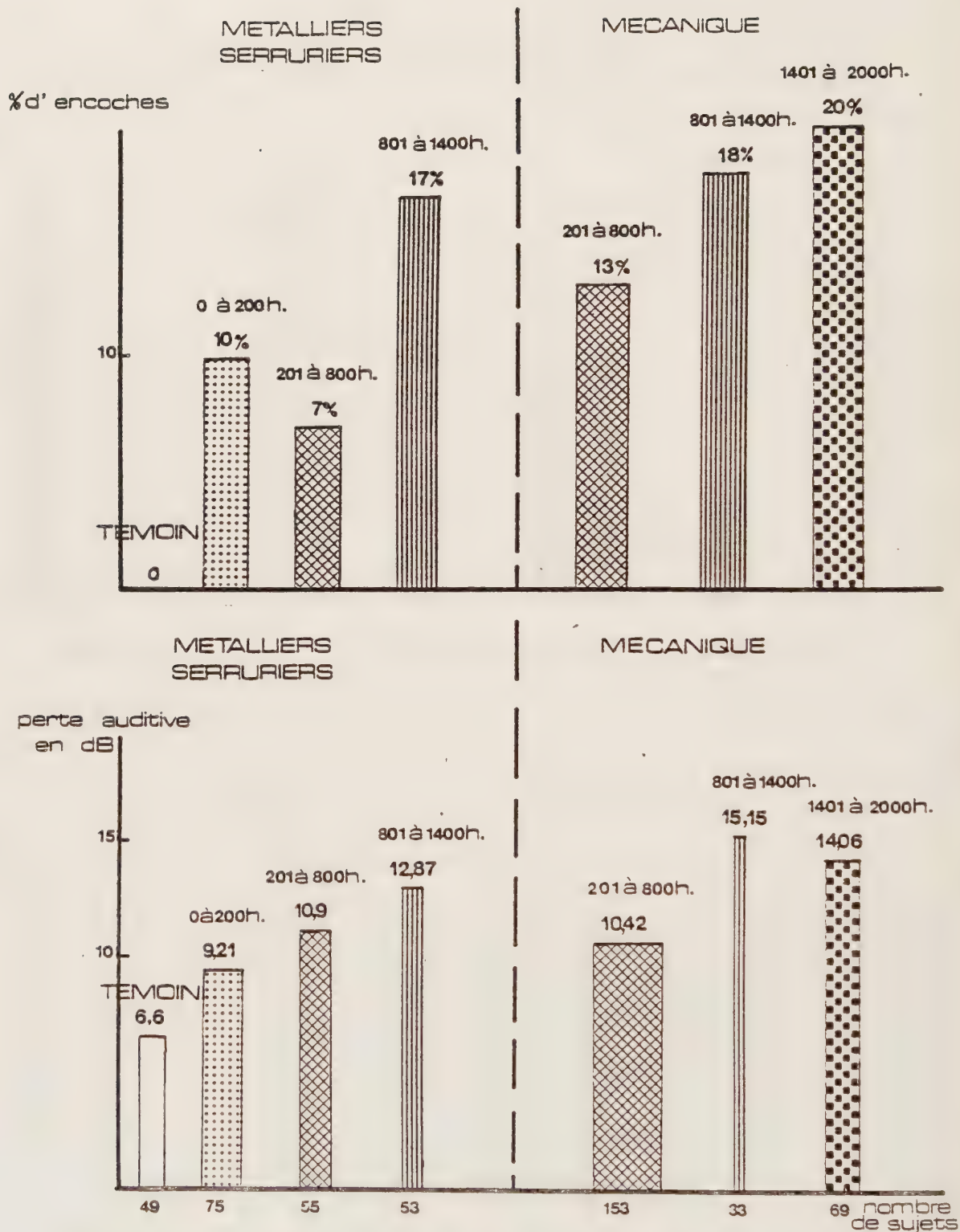


FIGURE 13 : perte auditive et % d'encoches en fonction du nombre total d'heures passées dans le bruit, chez les METALLIERS et en MECANIQUE.

POUR LES MENUISIERS

nombre d'heures	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
0 à 200 h.	18	9,51	5,01-14,01	5%
801 à 1400 h.	40	12,38	10,58-14,18	18%
1401 à 2000h.	8	16,5	10,93-22,07	37%

POUR LES MÉCANICIENS

nombre d'heures	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
201 à 800 h.	153	10,42	8,79-12,05	13%
801 à 1400 h.	33	15,15	13,4-16,9	18%
1401 à 2000h.	69	14,06	11,14-16,98	20%

Tableau 13 : pour chaque profession, évolution de la perte auditive en fonction du nombre total d'heures d'exposition au bruit.
(figures 12 et 13)

Il n'y a pas de différence entre les professions pour un même temps d'exposition. Dans chaque profession on retrouve l'évolution du déficit auditif en fonction du nombre d'heures d'exposition au bruit.

5. Étude en fonction de l'établissement

Nous notons que les établissements 94, 122, 209 et 214 sont des CET ou des Lycées techniques et que les établissements 27, 97, 211 et 213 sont des centres d'apprentissage et de formation professionnelle.

établissement	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
27	100	13,05	10,89-15-21	17%
94	156	9,11	8,32-9,9	3%
97	228	13,09	12,05-14,13	17%
122	243	11,15	10,04-12,26	13%
209	106	8,84	7,08-10,6	10%
211	50	17,34	15,40-19,28	38%
213	78	14,17	12,97-15,37	17%
214	72	8,93	7,17-10,69	7%

Tableau 14 : perte auditive des apprentis en fonction de l'établissement
(figure 14)

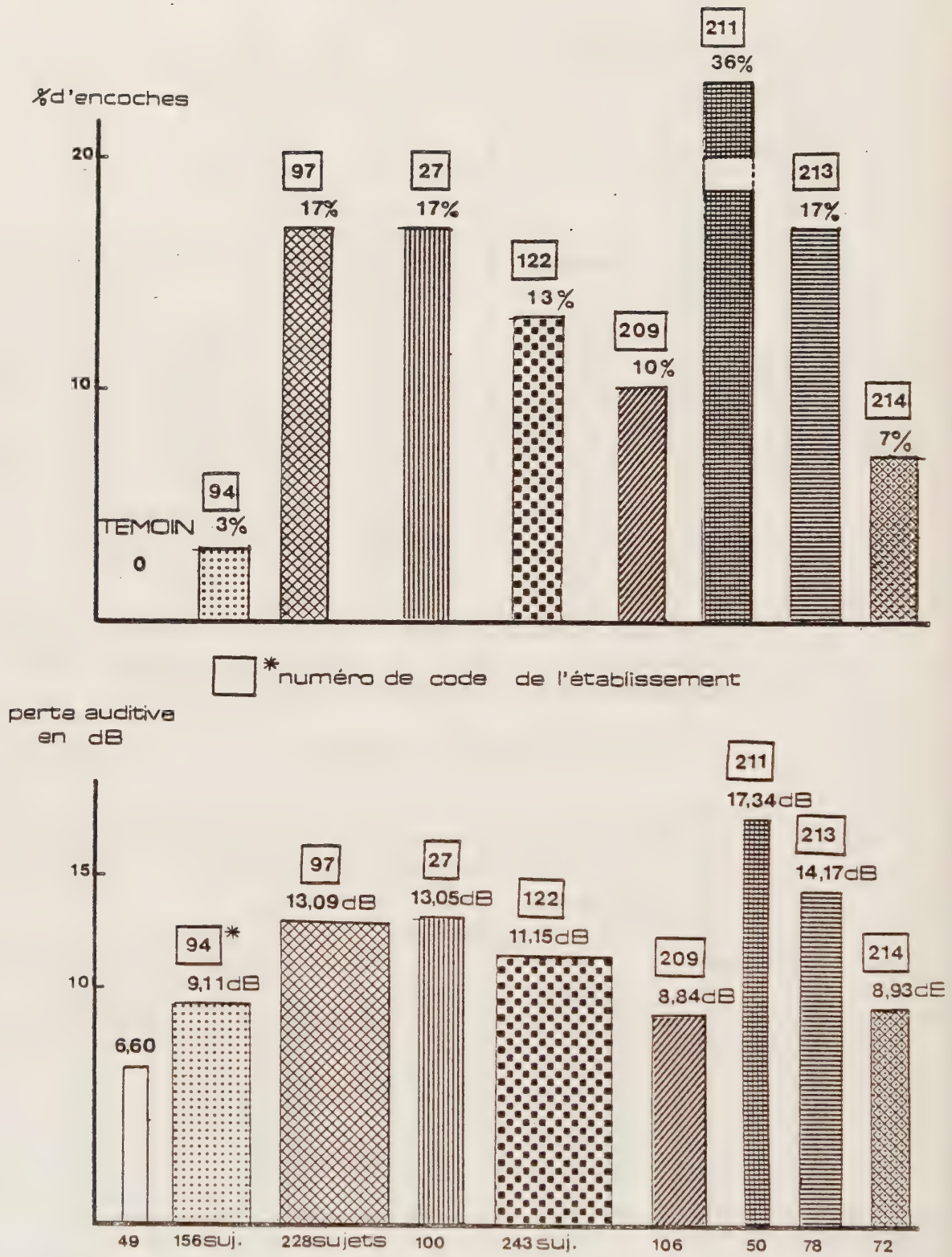


FIGURE 14 : perte auditive et % d'encoches en fonction de l'établissement.

On met en évidence l'existence d'établissements plus nocifs que d'autres, c'est-à-dire où la perte auditive est beaucoup plus importante. L'étude d'autres facteurs va permettre de comprendre l'existence de telles différences entre les établissements.

Quatre établissements ont établi des horaires supérieurs à 20 heures par semaine d'atelier et trois autres des horaires inférieurs à 20 heures par semaine. Seul l'établissement 94 pratique des horaires différents suivant l'année d'étude : 12 à 14 heures/semaine pour les 1ère et 2ème années et 22 heures/semaine pour une 3ème année sur les 2 classes de 3ème année.

établissement	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
94	129	8,52	7,7-9,34	2%
122	243	11,15	10,04-12,26	13%
209	106	8,84	7,08-10,60	10%
214	72	8,93	7,17-10,69	7%

Tableau 15 : *apprentis travaillant 12 à 19 heures par semaine* :
perte auditive en fonction de l'établissement.
(figure 15)

Dans ces établissements où l'horaire pratiqué est compris entre 12 et 19 heures/semaine et qui correspondent aux CET et Lycées techniques, la perte auditive reste inférieure à 11,15 dB ; le pourcentage d'encoches reste inférieur à 13%, mais il existe néanmoins une différence significative au risque de 5% entre ces sujets et les élèves infirmiers et ceci pour tous les établissements.

établissement	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
27	100	13,05	10,89-15,21	17%
94	27	11,94	9,82-14,07	7%
97	228	13,09	12,05-14,13	17%
211	50	17,34	15,4-19,28	36%
213	78	14,17	12,97-15,37	17%

Tableau 16 : *apprentis travaillant 20 à 28 heures/semaine* :
perte auditive des apprentis en fonction de l'établissement.
(figure 15)

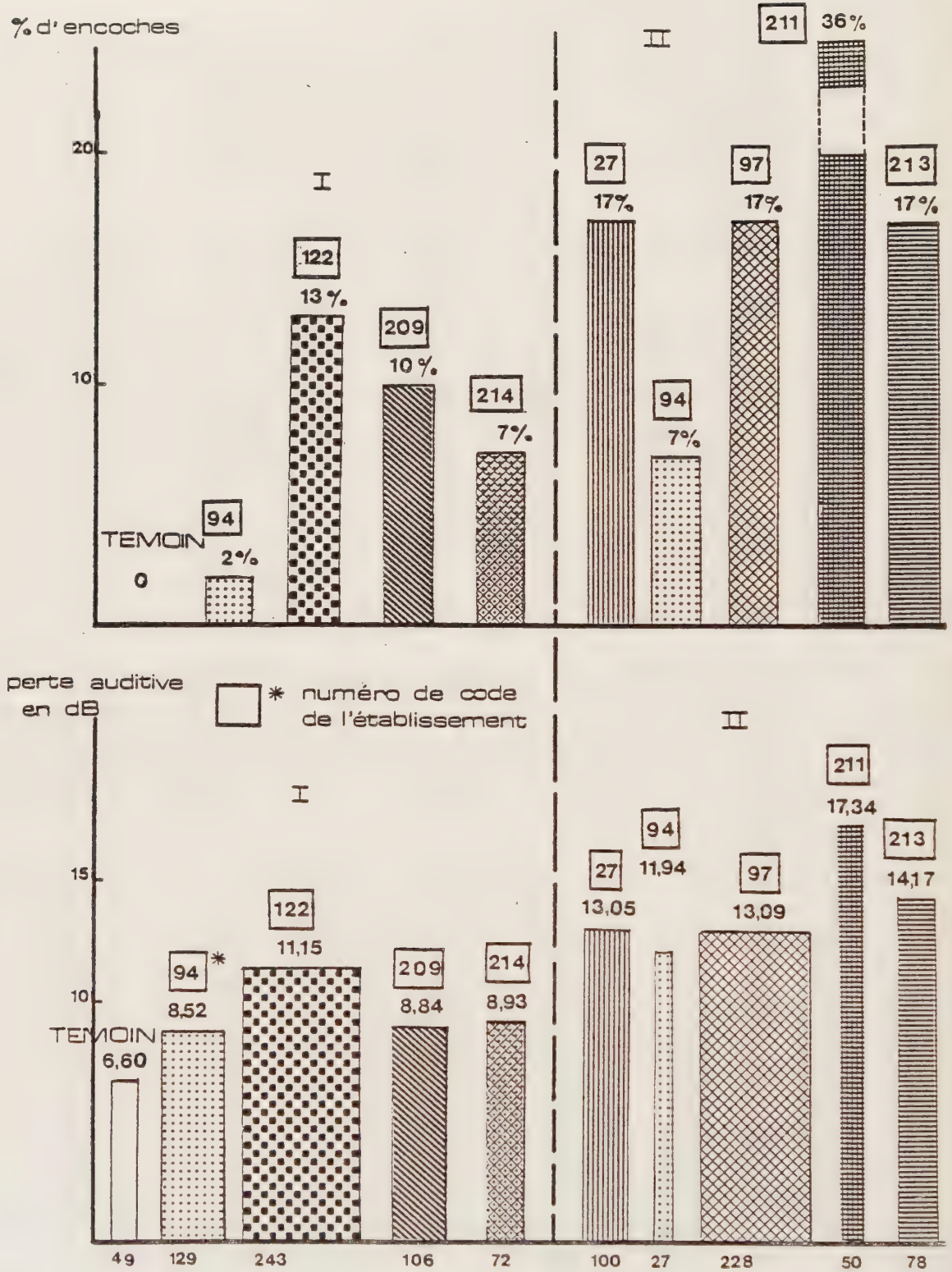


FIGURE 15 : perte auditive et d'encoches en fonction de l'établissement : I =horaire: 12 a 19 HEURES/SEMAINE
II =horaire: 20 28HEURES/SEMAINE

Dans les établissements où l'horaire pratiqué est compris entre 20 et 28 heures/semaine, ce qui correspond aux centres d'apprentissage et de formation professionnelle, la perte auditive reste toujours supérieure à 13,05 et le pourcentage d'encoches supérieur à 17%, sauf pour l'établissement 94 qui doit faire l'objet d'un cas particulier puisqu'il pratique des horaires différents suivant les classes.

Nous avons choisi 2 établissements parmi les 8 pour étudier à l'intérieur de chaque établissement l'évolution du déficit auditif en fonction de l'année d'étude :

- **L'établissement 94** : 154 élèves examinés, 6 classes, 5 classes travaillant en atelier 12 à 14 heures/semaine, 1 seule classe travaillant 22 heures/semaine en atelier. Ce sont toutes des classes de chaudronniers et de métalliers :

année d'étude	nombre de sujets	perte auditive 2000 4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
moins de 3 mois	62	7,06	6,07-8,05	0%
1ère année	49	9,72	8,26-11,18	4%
2ème année	45	11,28	9,78-12,78	4%

Tableau 17 : perte auditive en fonction de l'année d'étude pour l'établissement 94. (figure 16)

On remarque :

- l'absence de différence significative au risque de 5% ($\xi = 0,65$) entre les élèves infirmiers et les élèves travaillant dans le bruit depuis moins de 3 mois ;
- une différence significative au risque de 1% ($\xi = 3,50$) entre les élèves infirmiers et les élèves de 1ère année d'étude ;
- une différence significative au risque de 1% ($\xi = 4,74$) entre les élèves qui débutent dans l'apprentissage et les élèves de 2ème année.

Il existe donc un déficit auditif qui s'aggrave pendant la 1ère année d'étude, mais il n'existe pas d'atteinte spécifique marquant les premiers mois d'apprentissage.

- **L'établissement 97** : 228 élèves examinés, 6 classes, toutes travail-

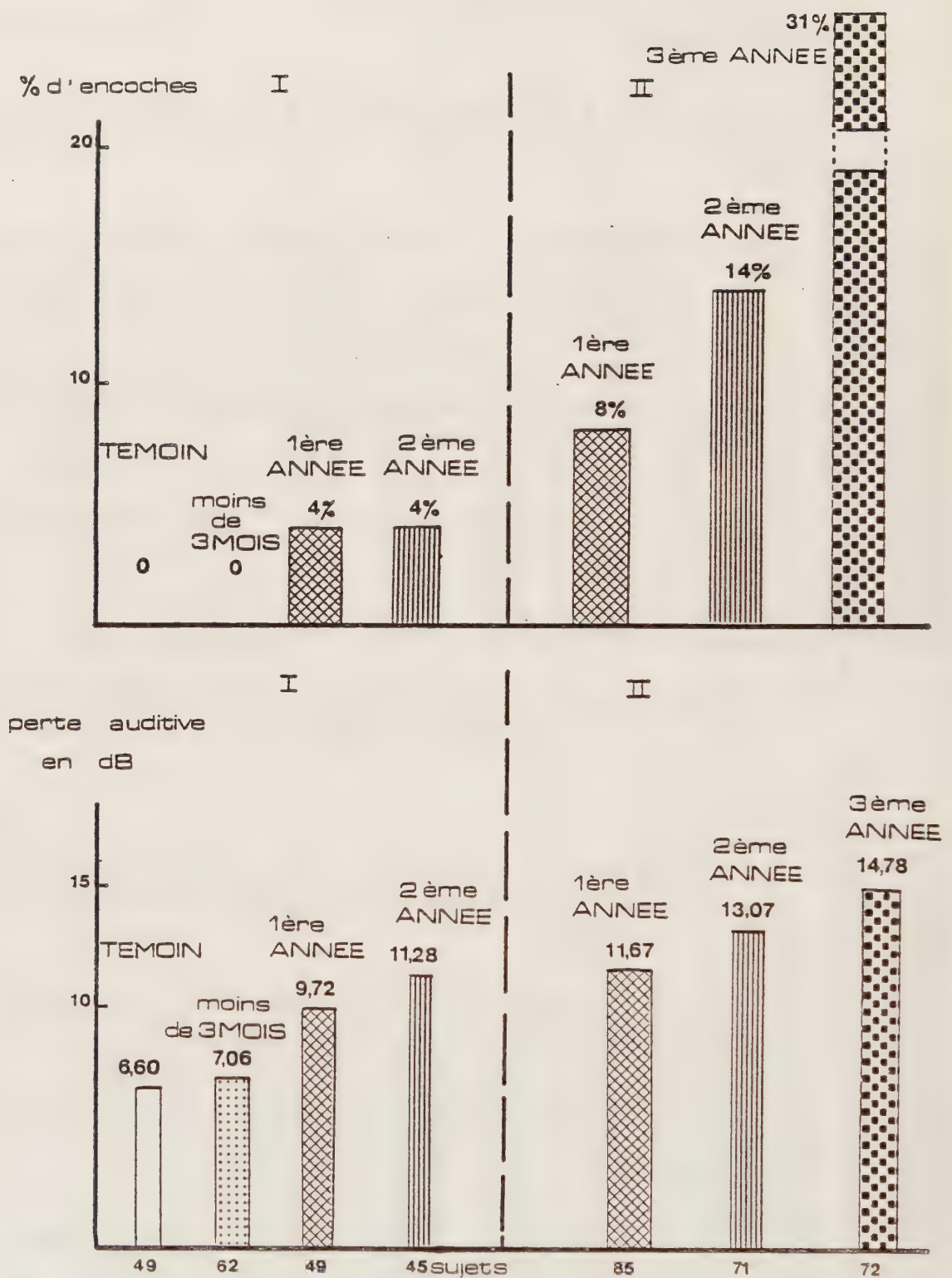


FIGURE 16: perte auditive et % d'encoches en fonction de l'année d'étude : I = établissement 94
II = établissement 97

lent 24 à 28 heures/semaine dans le bruit. Ce sont tous des chaudronniers :

année d'étude	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
1ère année	85	11,67	10,22-13,12	8%
2ème année	71	13,07	11,33-14,81	14%
3ème année	72	14,78	12,6-16,96	31%

Tableau 18 : perte auditive en fonction de l'année d'étude pour l'établissement 97 (figure 16)

On remarque :

- une différence significative au risque de 1% ($\mathcal{E} = 5,70$) entre le déficit auditif des élèves infirmiers et celui des apprentis de 1ère année ;
- l'absence de différence significative entre la 1ère année d'étude et la 2ème année et entre la 2ème et la 3ème année d'étude ;
- une différence significative au risque de 5% ($\mathcal{E} = 2,39$) entre le déficit auditif des apprentis de 1ère année et celui des apprentis de 3ème année.

Le déficit auditif existe dès la 1ère année d'étude, il s'aggrave de manière régulière pendant les 3 années d'étude. Les résultats concernant ces 2 établissements sont particulièrement significatifs et intéressants pour montrer l'évolution du déficit, ils ne le sont pas toujours pour les autres établissements. Mais néanmoins nous retrouvons bien l'évolution du déficit en fonction des années, dans un même établissement, c'est-à-dire en effaçant d'autres caractères comme l'horaire, la notion d'atelier plus nocif que d'autres.

Il nous faut introduire la notion d'atelier, en étudiant chaque profession en fonction de l'établissement, c'est-à-dire en étudiant le déficit auditif moyen de chaque atelier de chaudronnerie, puis de chaque atelier de menuiserie, etc ...

ATELIERS DE CHAUDRONNERIE

établissement	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
94	88	8,68	7,63-9,73	2%
97	228	13,09	12,05-14,13	17%
122	137	11,92	10,91-12,93	12%
209	37	7,95	5,55-10,35	11%
213	24	14,54	12,99-16,09	13%

Tableau 19 : perte auditive des apprentis en chaudronnerie en fonction de l'établissement (figure 17)

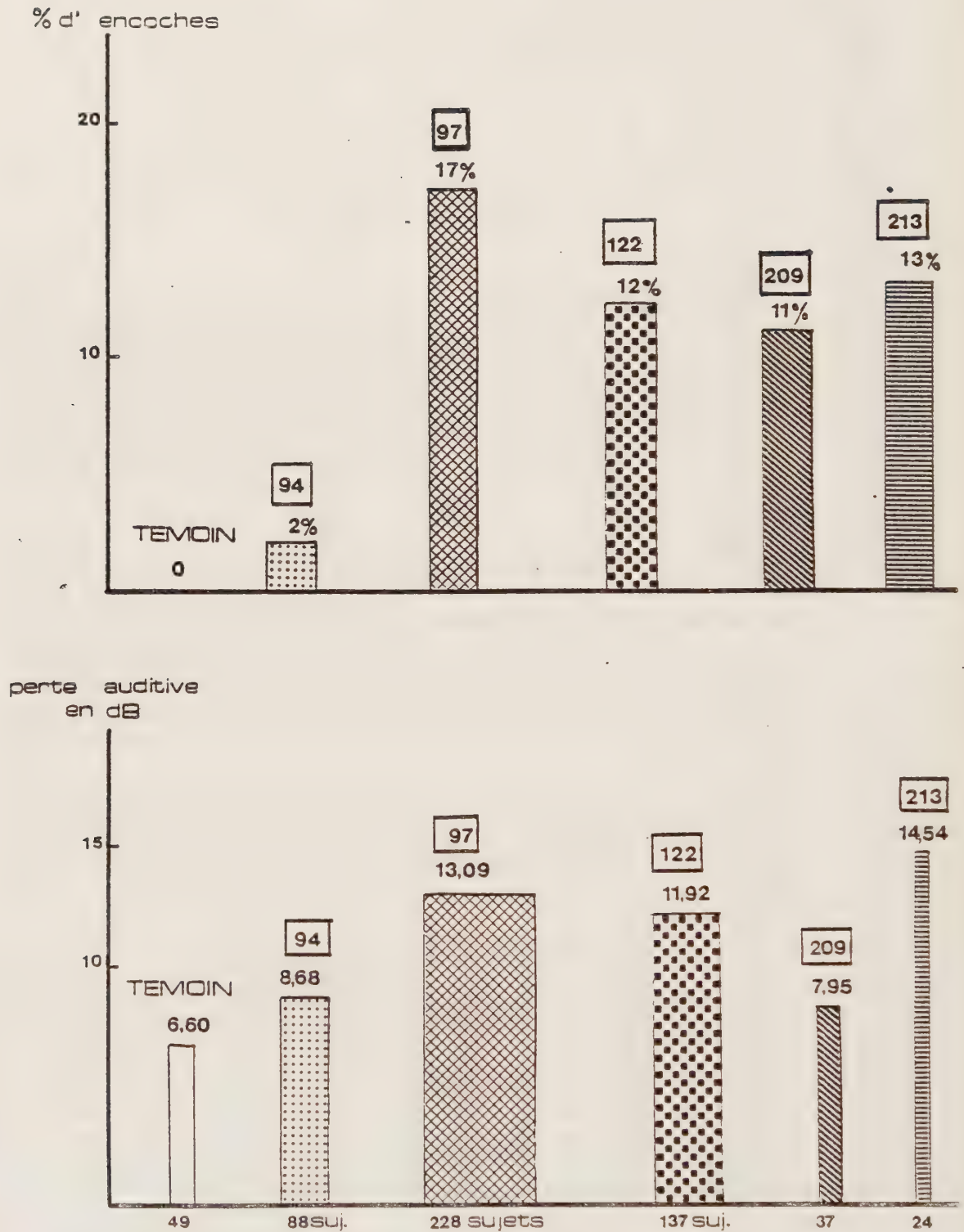


FIGURE 17 : perte auditive et % d'encoches en fonction de l'établissement ; POUR LES CHAUDRONNIERS.

Il faut noter que les cours d'enseignement technique des 1ère, 2ème et 3ème années se déroulent dans le même atelier, mais à des heures différentes. Les élèves de chaudronnerie d'un même établissement seront donc durant leurs 3 années d'étude (sauf exception) dans le même atelier et donc soumis aux mêmes conditions d'acoustique et d'insonorisation.

On remarque :

- une différence significative au risque de 1% entre le déficit auditif des élèves de l'atelier de chaudronnerie 94 et celui des élèves de l'atelier 97, entre l'atelier 122 et l'atelier 213, entre l'atelier 209 et l'atelier 97 ;
- cette différence entre deux ateliers de deux établissements différents ne semble pouvoir s'expliquer que par les caractéristiques architecturales des locaux et par les conditions acoustiques, en effet pour tous les ateliers, sauf 2, nous avons examiné un échantillon de 1ère, 2ème et 3ème année.

ATELIERS DE MÉTALLIERS -SERRURIERS

établissement	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
94	68	9,67	8,47-10,87	3%
209	53	8,64	5,76-11,52	9%
211	31	19,06	16,64-21,48	39%
214	46	8,20	6,03-10,37	9%

Tableau 20 : perte auditive des apprentis métalliers-serruriers en fonction de l'établissement

ATELIERS DE MENUISIERS

établissement	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
211	19	14,53	11,65-17,41	32%
213	21	12,20	9,16-15,24	19%
214	26	10,23	7,23-13,23	4%

ATELIERS DE MÉCANIQUE

établissement	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
27	100	13,05	10,89-15,21	17%
122	106	10,15	7,98-12,32	14%
209	16	11,60	7,51-15,69	13%
213	33	15,15	13,40-16,9	18%

Tableau 21 : perte auditive des apprentis menuisiers et des apprentis en mécanique générale en fonction de l'établissement.

Pour toutes les professions, les différences qui existent entre deux ateliers d'une même profession ne peuvent s'expliquer que par une étude sonométrique et une étude acoustique des locaux.

Pour chaque atelier nous n'avons pas toujours examiné des élèves de chaque année, c'est le cas par exemple chez les menuisiers. Dans l'atelier 211 nous avons examiné 11 sujets de 2ème année et 8 sujets de 3ème année, dans l'atelier 214 nous avons examiné 18 sujets de 1ère année et 8 sujets de 3ème année. Dans l'un il existe 32% de sujets présentant un déficit de plus de 20 dB, dans l'autre 4%. Cette différence ne peut pas s'expliquer par la répartition des sujets entre les différentes années d'étude, mais seulement par l'existence de certains ateliers beaucoup plus nocifs que d'autres.

C'est cette nocivité qu'il faut essayer de définir en étudiant l'insonorisation et l'importance de cette insonorisation sur l'évolution du déficit auditif.

6. Étude en fonction de l'insonorisation des ateliers

Les études sonométriques ne portent que sur 5 établissements c'est-à-dire 12 ateliers : 3 ateliers de chaudronnerie, 4 ateliers de métalliers-serruriers, 3 ateliers de menuiserie, 2 ateliers de mécanique, c'est-à-dire 462 sujets.

Les résultats sonométriques ne nous permettent pas d'établir une corrélation avec les résultats audiométriques. Les bruits relevés les plus intenses ne correspondent pas aux déficits auditifs les plus importants.

Mais il nous semble intéressant de comparer les niveaux sonores des ateliers aux niveaux sonores admissibles en milieu industriel, de connaître dans quelles zones de l'indice de gêne se situent les niveaux sonores que nous avons relevés.

6.1. Comparaison des niveaux sonores des ateliers avec les limites acceptables recommandées par la Commission Technique de 1961

Cette comparaison n'a qu'un rôle indicatif car les limites admissibles ont été fixées pour un horaire journalier de 8 heures/jour et les horaires de l'apprentissage varient entre 2 heures 30 et 6 heures par jour.

Nous avons représenté sur ce schéma les intensités des niveaux sonores moyens relevés dans les ateliers ; c'est-à-dire pour chaque fréquence étudiée, 250, 4 000 et 8 000 Hz, nous avons reporté sur le graphique l'intensité sonore relevée par le sonomètre.

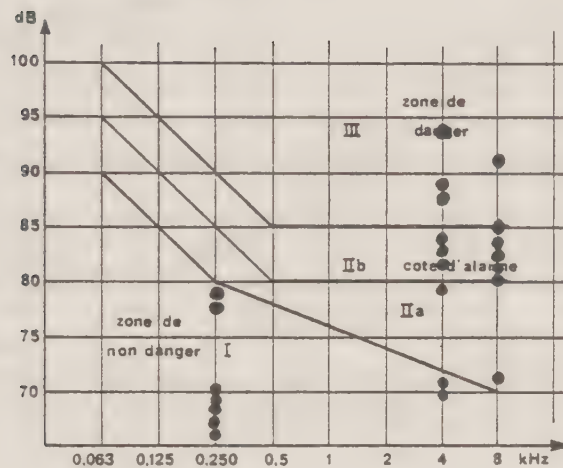


Figure 18 : comparaison des niveaux sonores moyens des ateliers avec les limites acceptables recommandées par la Commission Technique.

Pour les fréquences élevées 4 000 et 8 000 Hz, l'ensemble des niveaux d'intensité sonore se situe au-dessus de la cote d'alarme.

Si nous avons pris les niveaux sonores maxima, toutes les valeurs d'intensité pour la fréquence 4 000 Hz, toutes ces valeurs, sauf 2, se situeraient dans la zone de danger.

6.2. Comparaison des niveaux sonores des ateliers avec les niveaux sonores définis par l'indice de gêne.

Nous avons rapporté sur ce schéma les niveaux sonores maxima

relevés au cours de notre enquête sonométrique. La majorité des valeurs d'intensité sonores se situent dans les zones III et IV, c'est-à-dire dans des zones où le travail intellectuel est très pénible, voire impossible. Les apprentis doivent fournir pendant les heures d'atelier, un certain travail intellectuel de compréhension, d'écoute des observations des différents professeurs.

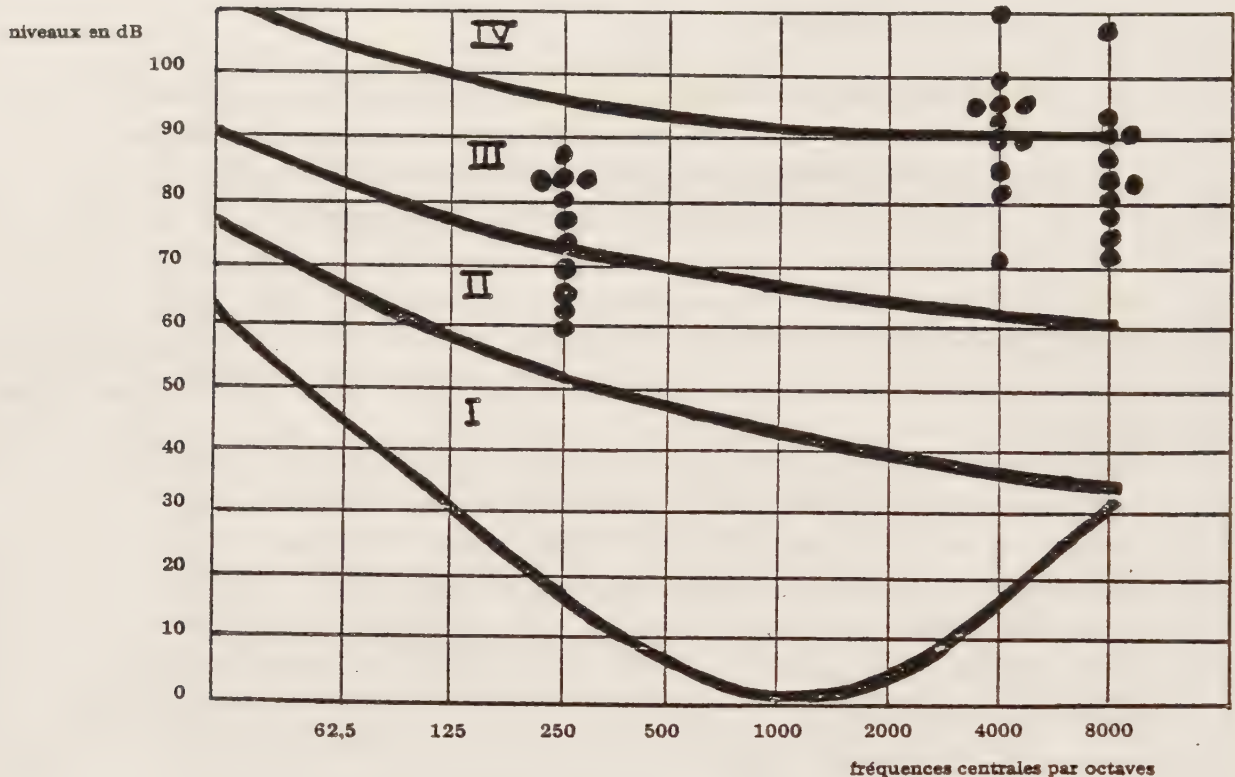


Figure 19 : comparaison des niveaux sonores maxima des ateliers avec les niveaux sonores définis par l'indice de gêne.

Les niveaux moyens d'ambiance se situent dans la zone II pour les valeurs à 250 Hz et dans les zones III et IV pour les intensités sur le 4 000 Hz et le 8 000 Hz.

Ces comparaisons nous permettent simplement de situer les niveaux sonores des ateliers, mais ne nous permettent aucune corrélation entre l'audiométrie et la sonométrie. Nous pouvons remarquer que les ateliers dans lesquels des efforts d'insonorisation ont été entrepris, semblent beaucoup moins nocifs que les autres (Tableau 2).

6.3. Il nous a semblé intéressant d'étudier l'influence de l'insonorisation des locaux sur la perte auditive des sujets qui travaillent dans ces locaux.

53% des sujets travaillent dans des locaux insonorisés.

47% des sujets travaillent dans des locaux non insonorisés.

Nous ne voulons pas ici développer les différentes méthodes d'insonorisation des locaux de travail, mais rappeler brièvement les moyens mis en œuvre par les établissements pour améliorer les conditions acoustiques des ateliers :

- réduction des bruits par absorption des échos et des réflexions. Mise en place au niveau des plafonds, des murs, des sols, de matériaux choisis absorbants : laine de verre, fibres de bois, fibres métalliques ;
- cloisonnement, réduction des bruits par écrans et panneaux ;
- isolement des machines les plus bruyantes : par exemple isolement du poste de meulage dans des ateliers de chaudronnerie, isolement des compresseurs à l'extérieur des ateliers, isolement de la forge dans les ateliers de chaudronnerie, isolement des scies, raboteuses, dégauchisseuses dans les ateliers de menuiserie.

Dans aucun cas, une insonorisation complète n'a été conçue à la construction, le plus souvent d'ailleurs les bâtiments servant d'ateliers avaient auparavant d'autres fonctions (cantine, ancien entrepôt, préfabriqué, ancien bâtiment agricole ...). Donc quand nous parlerons dans notre enquête d'insonorisation, il faut entendre insonorisation incomplète, secondaire à la construction.

insonorisation	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
ateliers insonorisés	246	8,84	7,97-9,71	5%
ateliers non insonorisés	216	12,96	11,96-13,96	18%

Tableau 22 : perte auditive des apprentis en fonction de l'insonorisation des ateliers (figure 20).

On remarque :

- une différence significative au risque de 1% ($\epsilon = 3,29$) entre le déficit auditif moyen des infirmiers et la moyenne des pertes auditives des apprentis travaillant dans des ateliers insonorisés ;
- une différence significative au risque de 1% ($\epsilon = 6,21$) entre la perte

auditive des sujets travaillant dans des ateliers insonorisés et la perte auditive des autres sujets travaillant sans aucune protection.

L'existence d'une protection collective contre le bruit influence donc l'apparition et l'importance d'un déficit auditif. L'insonorisation des ateliers protège les apprentis et diminue l'importance du déficit auditif mais elle n'empêche pas l'apparition de ce déficit.

6.4. Il faut maintenant comparer l'évolution du déficit auditif en fonction de l'exposition au bruit dans les établissements insonorisés et dans ceux qui ne bénéficient d'aucune protection.

ATELIERS INSONORISÉS

nombre d'heures dans le bruit	nombre de sujets	perte auditive $2000+4000/2$ (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
0 à 200 h.	62	7,06	6,07-8,05	0%
201 à 800 h.	102	8,95	7,45-10,45	8%
801 à 1400k.	82	10,03	8,37-11,69	6%

Tableau 23 : perte auditive des apprentis travaillant dans des ateliers insonorisés en fonction du nombre total d'heures d'exposition au bruit (figure 21)

On remarque :

- une différence significative au risque de 1% entre les sujets exposés 200 heures et ceux exposés 800 à 1400 heures, donc une aggravation du déficit auditif avec le nombre d'heures passées dans le bruit ;
- le taux d'encoches reste, même pour des expositions prolongées, à des taux inférieurs à 10% ;
- la perte auditive ne dépasse pas 10,03 dB.

ATELIERS NON INSONORISÉS

nombre d'heures dans le bruit	nombre de sujets	perte auditive $2000+4000/2$ (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
0 à 200 h.	69	9,88	7,87-11,89	13%
201 à 800 h.	26	12,38	9,32-15,44	12%
801 à 1400h.	113	14,73	13,62-15,84	20%
1401 à 2000h.	8	16,5	10,93-22,07	37%

Tableau 24 : perte auditive des apprentis travaillant dans des ateliers non insonorisés en fonction du nombre d'heures d'exposition au bruit (fig.21)

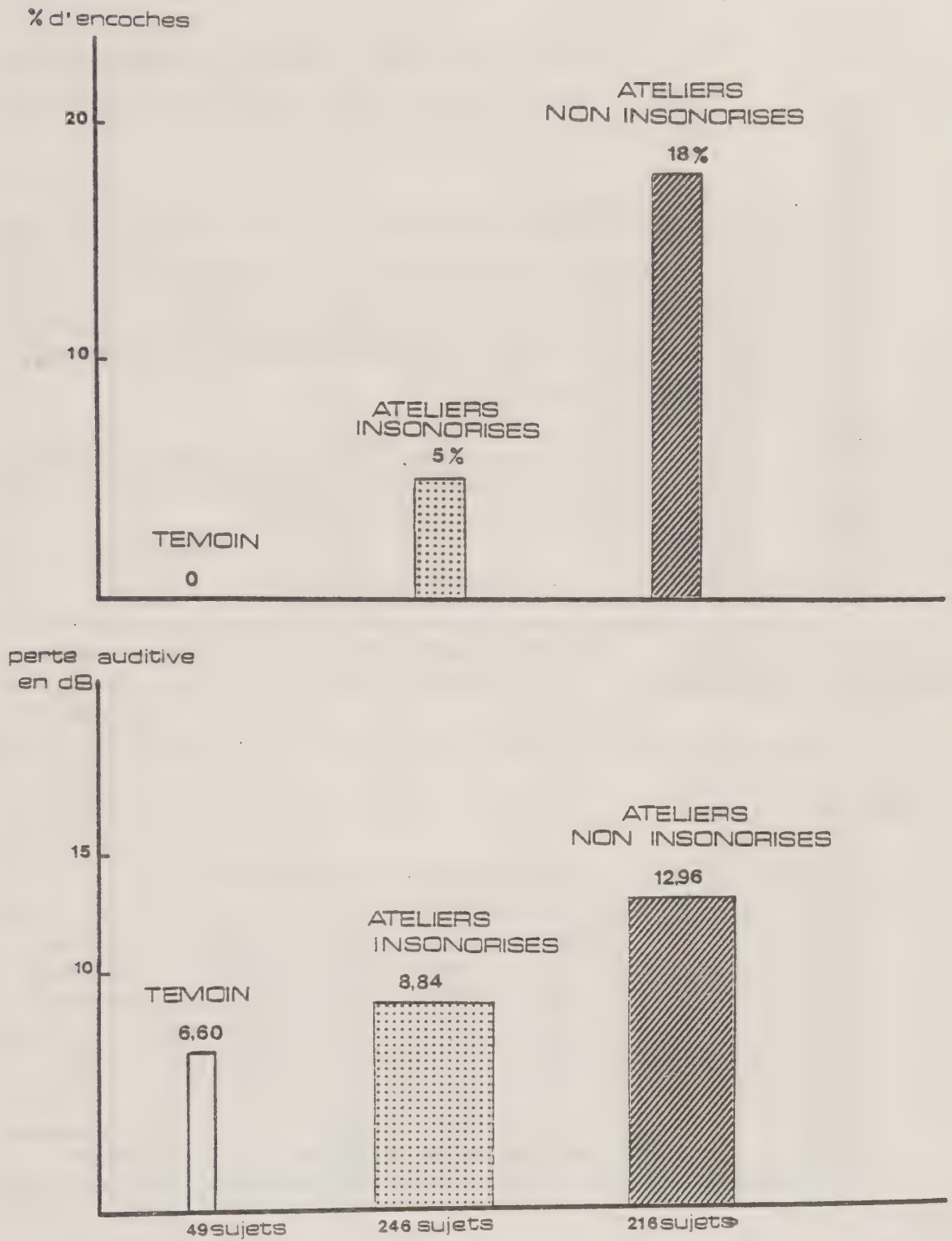


FIGURE 20 : perte auditive et % d'encoches en fonction de l'insonorisation des ateliers.

On remarque :

- une différence significative au risque de 1% entre des apprentis exposés moins de 200 heures et ceux exposés 801 à 1400 heures, donc une aggravation du déficit auditif avec le nombre d'heures exposées au bruit ;
- le taux d'encoches est toujours supérieur à 12%, il augmente régulièrement avec le temps d'exposition et atteint le taux très important de 37%, taux peu significatif du fait de la petitesse de l'échantillon
- la perte auditive reste toujours supérieure ou égale à 10 dB.

On remarque également que quel que soit le nombre d'heures passées dans le bruit, les sujets sont plus atteints dans les ateliers non insonorisés que dans ceux qui le sont. De plus, il n'existe pas de différence significative entre les sujets exposés au bruit 800 à 1400 heures dans un atelier insonorisé et ceux exposés moins de 200 heures dans un atelier non insonorisé, ce qui semble montrer l'extrême importance de la protection collective dans la prévention et la lutte contre le bruit.

6.5. De même nous allons comparer la perte auditive des sujets en fonction de l'horaire hebdomadaire dans les ateliers insonorisés et dans les ateliers non insonorisés.

ATELIERS INSONORISÉS

horaire hebdomadaire	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
12 à 19 h./s.	219	8,45	7,52-9,38	5%
20 à 28 h./s.	27	11,94	9,82-14,07	7%

ATELIERS NON INSONORISÉS

horaire hebdomadaire	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 db (%)
12 à 19 h./s.	88	9,41	7,80-11,02	8%
20 à 28 h./s.	128	15,41	14,32-16,50	24%

Tableau 25 : perte auditive des apprentis en fonction de l'horaire hebdomadaire, dans les ateliers insonorisés et dans les ateliers non insonorisés

On remarque :

- une différence significative au risque de 1% entre les sujets soumis à

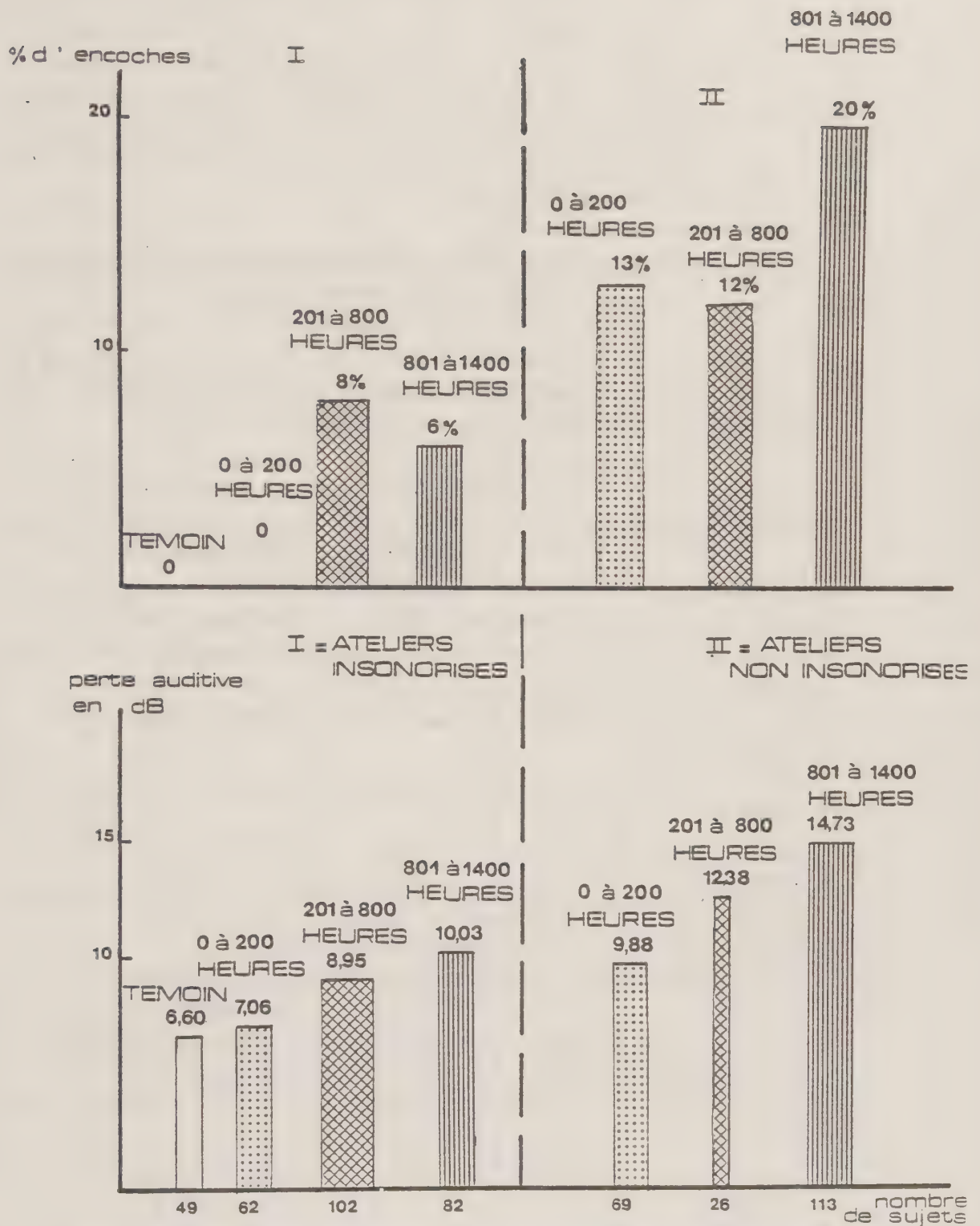


FIGURE 21: perte auditive et % d'encoches en fonction du nombre total d'heures passées dans le bruit

des horaires inférieurs à 20 heures/semaine et ceux soumis à plus de 20 heures/semaine d'atelier, ceci quelle que soit l'insonorisation ;

- l'absence de différence significative, pour les sujets travaillant 12 à 19 heures/semaine, entre les ateliers insonorisés et les ateliers non insonorisés ;
- une différence significative, pour les sujets travaillant 20 à 28 heures/semaine, entre les ateliers insonorisés et les autres. L'importance d'une insonorisation est ici très nette puisque la perte auditive passe de 11,94 à 15,41 ; le taux d'encoches de 7% à 24% pour les locaux non insonorisés.

6.6. Nous avons également étudié l'importance de l'insonorisation sur les différents ateliers suivant la profession étudiée. Nous avons pu faire une comparaison seulement pour les ateliers de chaudronnerie et serrurerie, puisque pour les menuisiers et les mécaniciens, nous n'avons vu que des ateliers non insonorisés.

CHAUDRONNIERS

atelier	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
atelier insonorisé	125	8,47	7,45-9,49	5%
atelier non insonorisé	24	14,54	12,99-16,09	13%

MÉTALLIERS-SERRURIERS

atelier	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
atelier insonorisé	121	9,22	7,79-10,65	6%
atelier non insonorisé	77	12,57	10,55-14,59	21%

	nombre de sujets	perte auditive 2000 $\rightarrow$ 4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
Menuisiers ateliers non insonorisés	66	12,09	10,31-13,87	17%
Mécanique ateliers non insonorisés	49	13,98	12,21-15,75	16%

Tableau 26 : perte auditive des apprentis en fonction de la profession étudiée dans des ateliers insonorisés et non insonorisés

On remarque :

- une différence significative au risque de 1% ($\xi = 6,54$) entre le déficit auditif des chaudronniers travaillant dans les ateliers insonorisés et celui des apprentis travaillant sans aucune prévention ;
- une différence significative au risque de 1% ($\xi = 2,70$) entre le déficit auditif des métalliers-serruriers travaillant dans des locaux insonorisés et le déficit auditif des autres ;
- l'absence de différence significative entre la perte auditive moyenne des chaudronniers et celle des métalliers-serruriers quand les ateliers sont insonorisés ;
- l'absence de différence significative entre la perte auditive des apprentis suivant leur profession, quand les locaux ne sont pas insonorisés

7. Étude en fonction de la pathologie ORL

Nous avons retenu comme antécédents pathologiques : otite aiguë ou chronique, prise de produits oto-toxiques, sinusite, rhinite, surdité familiale, bourdonnements, vertiges, céphalées, traumatisme acoustique non professionnel, surdité, tympan anormal cliniquement, antécédents de traumatisme cranien.

58% des apprentis sont indemnes de toute pathologie ORL

42% des apprentis rapportent un ou plusieurs antécédents ORL ou présentent à l'examen un tympan anormal.

Pour le témoin :

49% des élèves infirmiers sont indemnes de toute pathologie ORL

51% des élèves infirmiers présentent des antécédents ORL.

antécédents ORL	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
AVEC antécédents	435	12,65	11,91-13,39	17%
SANS antécédents	598	10,82	10,13-11,51	11%

Tableau 27 : perte auditive des apprentis en fonction des antécédents ORL
(figure 22)

On remarque :

- une différence significative ($\xi = 6,80$) au risque de 1% entre les élèves infirmiers et les apprentis sans antécédents ORL
- une différence significative ($\xi = 3,59$) au risque de 1% entre le déficit auditif des sujets indemnes de tout antécédent et celui des apprentis présentant des antécédents ORL. Le taux d'encoches est supérieur pour les sujets présentant une pathologie ORL.

Sur l'ensemble des 138 sujets présentant une encoche auditive supérieure ou égale à 20 dB :

52% sont des sujets présentant des antécédents ORL ;

48% sont des sujets indemnes de tout antécédent ORL.

Il semble donc que la moitié de la population étudiée présente des antécédents ORL et ceci se retrouve pour le témoin. L'existence d'une pathologie semble aggraver le déficit auditif, pourtant les atteintes auditives les plus importantes, c'est-à-dire les encoches auditives supérieures à 20 dB sont aussi nombreuses chez les sujets sans antécédents (48%) que chez les sujets présentant des antécédents (52%).

8. Étude en fonction de l'âge

L'ensemble des facteurs déjà étudiés et influant sur la perte auditive est trop important pour que nous puissions étudier l'influence de l'âge sur le déficit auditif ; il faut donc éliminer tous ces facteurs en établissant des corrections pour chaque caractère étudié. Ces corrections vont nous permettre de calculer la perte auditive corrigée à partir de la perte auditive moyenne de chaque sujet de l'enquête. Nous pouvons ensuite étudier l'évolution de cette perte auditive corrigée en fonction de l'âge des sujets.

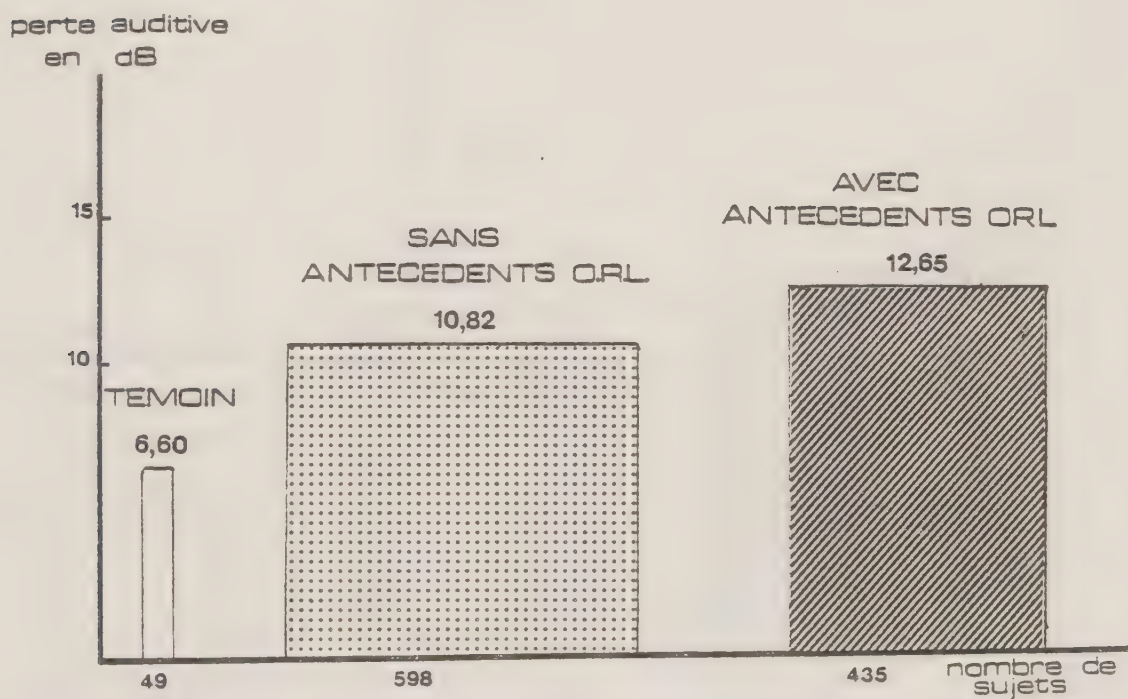
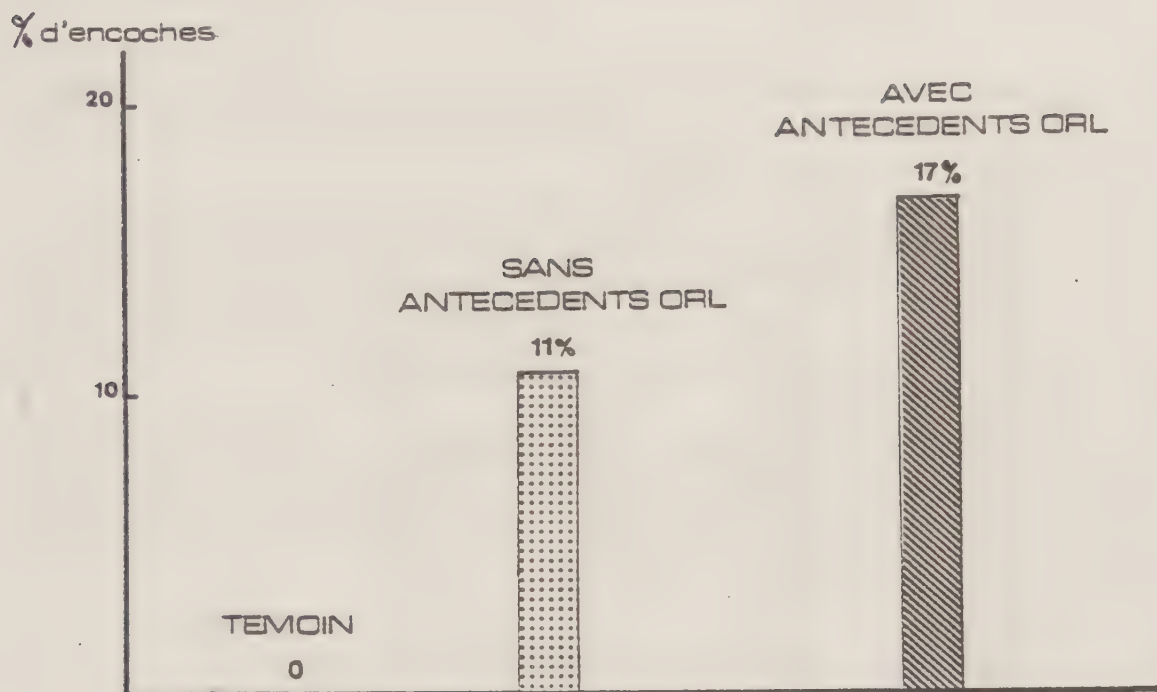


FIGURE 22 : perte auditive et % d'encoches en fonction des antécédents pathologiques ORL.

Nous avons utilisé des corrections dont le calcul s'est fait sur la base des ateliers de plus de 10% d'encoches, sur 800 heures d'atelier et 20 mois d'ancienneté. Nous avons éliminé les établissements 94 et 214 dans lesquels les taux d'encoches ne dépassent pas 3 et 7%. Ces calculs sont faits sur la base de tous les résultats déjà exposés. Nous avons déterminé :

- les valeurs de correction en fonction du nombre total d'heures de travail, ce facteur permettant de tenir compte de l'horaire, autre caractère important,
- les valeurs de correction en fonction de l'année d'étude,
- les valeurs de correction en fonction de l'atelier et de l'établissement ce caractère permettant de prendre en compte l'insonorisation des locaux, autre facteur important et également la profession même si ce facteur est moins important.

Dans les résultats suivants nous ne parlerons plus de perte auditive moyenne mais de perte auditive corrigée. Pour chaque sujet nous avons calculé la perte auditive corrigée, en soustrayant ou en additionnant selon les cas, les différentes valeurs de correction.

La population étudiée se répartit ainsi :

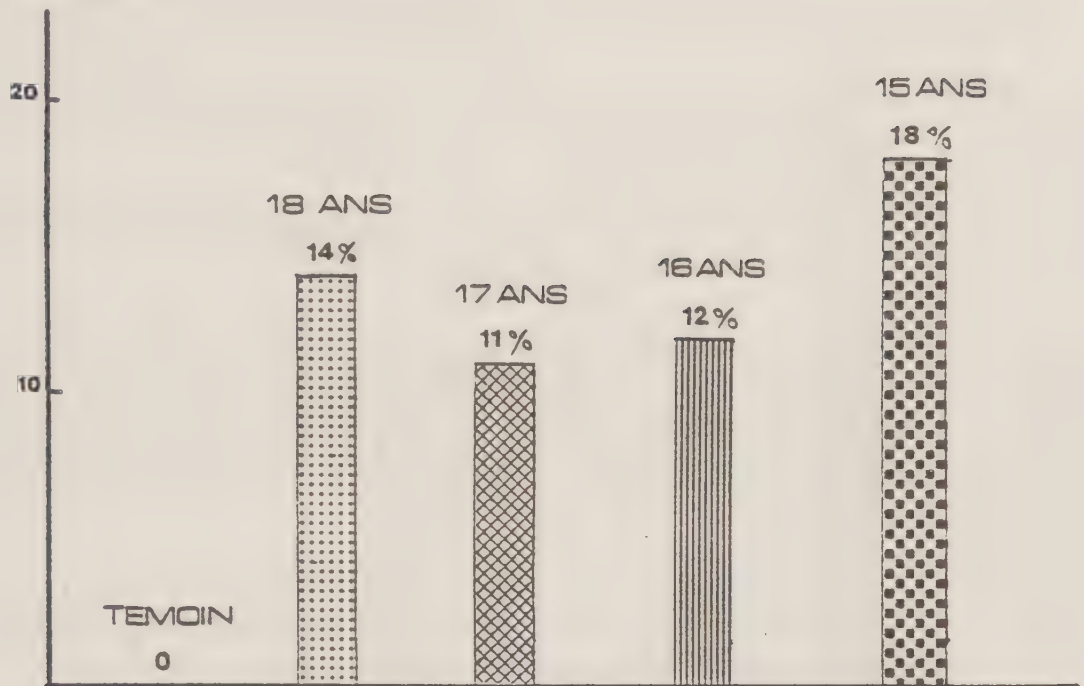
19 ans	2%
18 ans	12%
17 ans	19%
16 ans	33%
15 ans	27%
14 ans	6%
13 ans	1%

Nous n'avons pu étudier, au niveau statistique, que 4 classes d'âge : 18, 17, 16 et 15 ans, qui représentent 91% de la population.

âge	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
18 ans	94	10,95	9,12-12,78	14%
17 ans	148	11,40	10,2-12,6	11%
16 ans	260	12,38	11,43-13,33	12%
15 ans	210	14,21	13,12-15,30	18%

Tableau 28 : perte auditive en fonction de l'âge des apprentis (fig.23)

% d'encoches



perte auditive corrigée
en dB

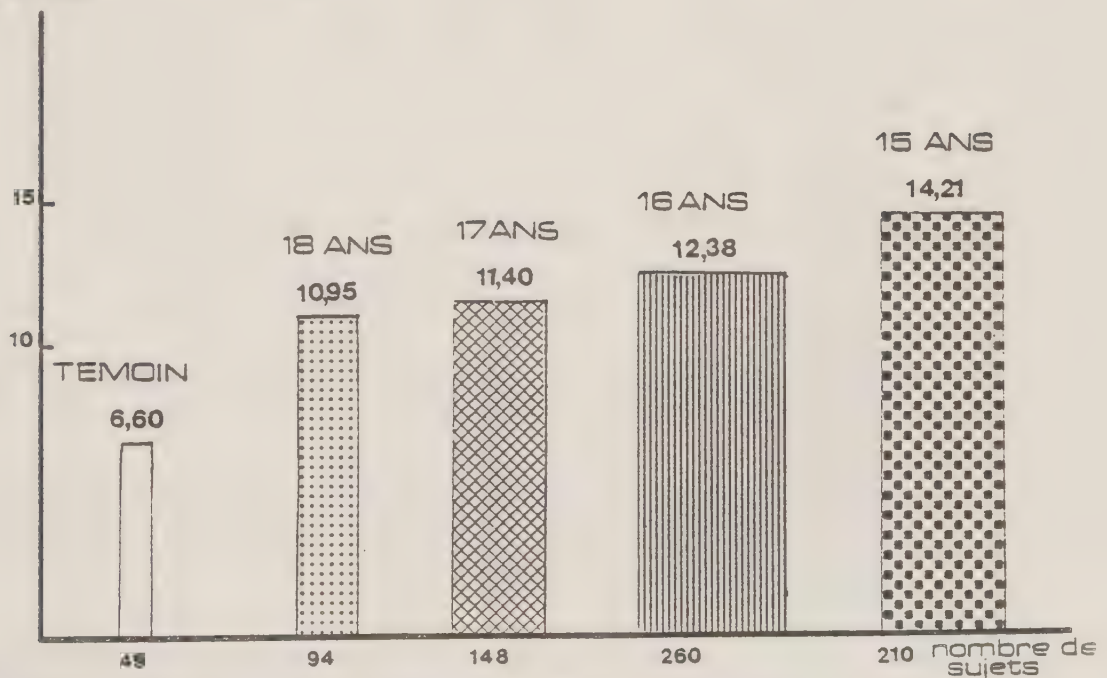


FIGURE 23 : perte auditive et % d'encoches en fonction de l'âge des apprentis.

On remarque :

- l'absence de différence significative entre la perte auditive des sujets de 18 ans et celle des sujets de 17 ans ($\chi^2 = 0,41$)
- l'absence de différence significative entre la perte auditive des sujets de 17 ans et celle des sujets de 16 ans ($\chi^2 = 1,27$)
- une différence significative au risque de 5% entre la perte auditive corrigée des sujets de 16 ans et celle des sujets de 15 ans ($\chi^2 = 2,52$)
- une différence significative entre la perte auditive des sujets de 18 ans et celle des sujets de 15 ans ($\chi^2 = 3,05$).

Les sujets de 15 ans présentent donc une perte auditive corrigée plus importante que ceux de 18 ans. Le déficit auditif est d'autant plus important que le sujet est jeune. Il existe une progression continue sur les 4 classes d'âge étudiées, mais c'est surtout pour les plus jeunes, 15 et 16 ans, que l'augmentation du déficit est plus marquée.

Quant au pourcentage d'encoches, il suit l'évolution de la perte auditive en fonction de l'âge, c'est-à-dire qu'il augmente quand l'âge diminue. On peut expliquer le pourcentage de 14% pour les sujets de 18 ans par le fait que nos corrections sont faites sur la base de 3 ans d'étude sans tenir compte des redoublements. Or, quand les sujets sont à 18 ans, soit dans un CET, soit dans un centre d'apprentissage, il est rare qu'ils n'aient pas redoublé une année d'étude. Ceci explique que malgré les corrections, la perte auditive corrigée soit si importante pour les sujets de 18 ans et le taux d'encoches supérieur à celui des 17 et 16 ans. Ceci nous donne à penser que si nous avions tenu compte des redoublements dans nos corrections et dans notre étude (ce qui était impossible sur le plan informatique) l'influence de l'âge sur la perte auditive des apprentis aurait été encore plus marquée.

9. Étude en fonction de la protection individuelle

Sauf quelques cas particuliers, les apprentis n'utilisent pas de protection individuelle lors du travail en atelier.

II. ÉTUDE PORTANT SUR L'ÉVOLUTION DE LA PERTE AUDITIVE MOYENNE DE 121 SUJETS DIFFÉRENTS SUIVIS PENDANT DEUX ANNÉES CONSÉCUTIVES

Nous donnerons pour chaque résultat : le nombre des sujets, la moyenne des pertes auditives des apprentis, l'intervalle de confiance et le pourcentage d'encoches. Nous donnons également le pourcentage des sujets dont l'audiogramme s'aggrave entre les 2 examens audiométriques

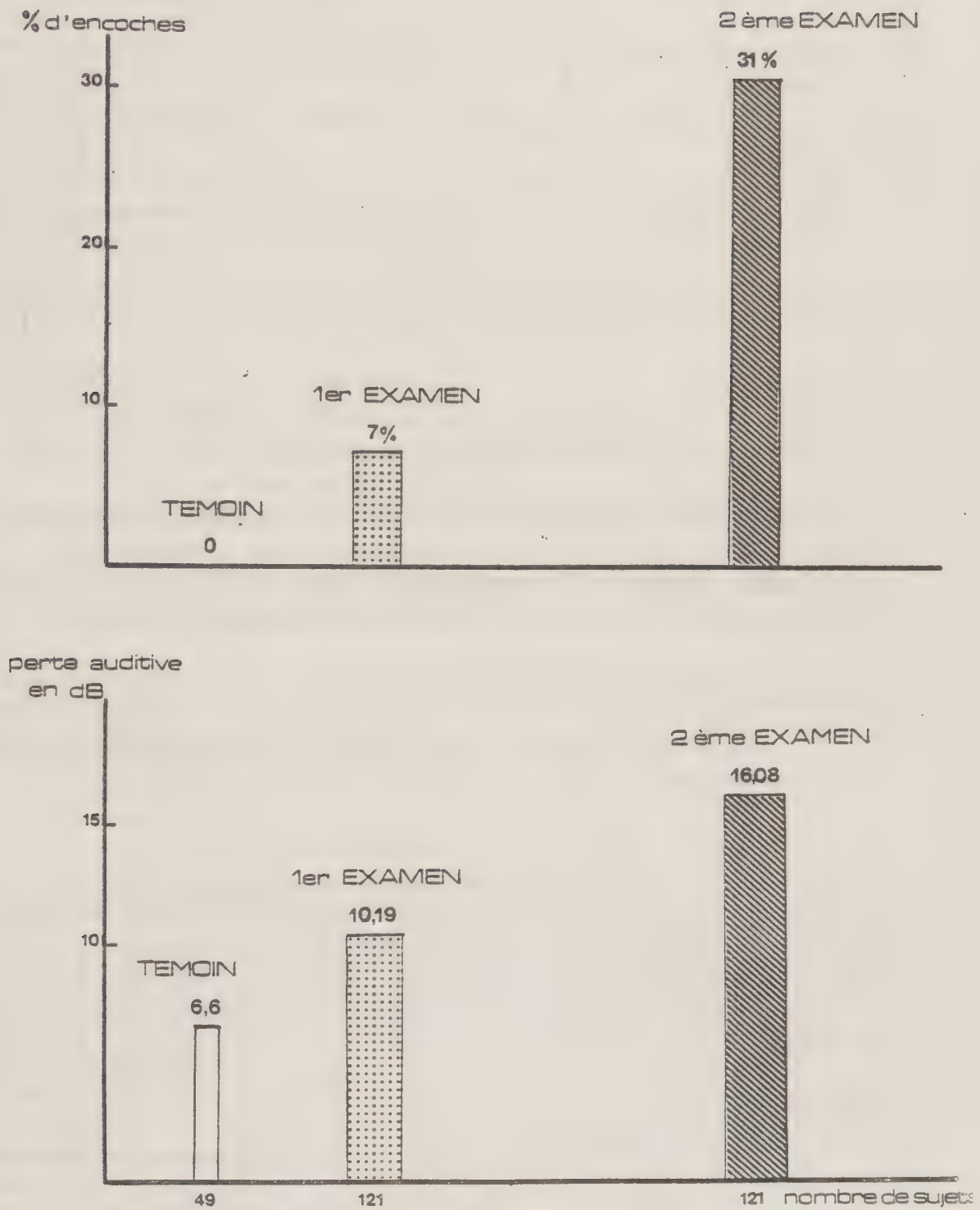


FIGURE 24 : perte auditive et % d'encoches : évolution entre le 1er EXAMEN et le 2ème EXAMEN AUDIOMETRIQUE.

	sujets qui s'aggravent (%)	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
1er examen audiométrique		121	10,19	9,19-11,19	7%
2ème examen audiométrique	81%	121	16,08	14,62-17,54	31%

Tableau 29 : évolution de la perte auditive des apprentis entre 2 examens audiométriques (figure 24)

Entre les deux examens audiométriques il y a eu selon les établissements 12 à 16 mois.

On remarque :

- l'existence d'une différence significative au risque de 1% entre les 2 moyennes
- le pourcentage d'encoches est multiplié par 4 entre les 2 examens audiométriques.

On peut affirmer l'existence d'une aggravation du déficit auditif entre les 2 examens audiométriques, c'est-à-dire sur une période d'exposition au bruit de 12 à 16 mois.

1. Étude en fonction de l'année d'étude

Parmi les sujets examinés certains apprentis sont passés entre les 2 audiogrammes, de 1ère année en 2ème année et d'autres de 2ème en 3ème année.

PASSAGE DE 1ère ANNÉE EN 2ème ANNÉE

	sujets qui s'aggravent (%)	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
1er examen audiométrique		78	9,08	8,13-10,03	4%
2ème examen audiométrique	78%	78	14,04	12,54-15,54	17%

PASSAGE DE 2ème ANNÉE EN 3ème ANNÉE

	sujets qui s'aggravent (%)	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
1er examen audiométrique		43	12,2	10,08-14,32	14%
2ème examen audiométrique	86%	43	19,79	17,04-22,54	56%

Tableau 30 : évolution de la perte auditive des apprentis en fonction de leur année d'étude (figure 25)

On remarque :

- une différence significative au risque de 1% entre la perte auditive des sujets de 1ère année et la perte auditive de ces mêmes sujets en 2ème année lors du 2ème audiogramme. Pourcentage multiplié par 4 entre les 2.
- une différence significative au risque de 1% entre la perte auditive des sujets de 2ème année lors du 1er examen et la perte auditive de ces mêmes sujets lors du 2ème examen en 3ème année. Là aussi, le pourcentage d'encoches est multiplié par 4 entre les deux examens.

L'aggravation du déficit auditif existe aussi bien chez les sujets qui passent de 1ère en 2ème année que chez ceux qui passent de 2ème en 3ème année. Mais l'aggravation de ce déficit est encore plus importante de 2ème en 3ème année puisque 86% des sujets s'aggravent contre 78% entre la 1ère et la 2ème année.

2. Étude en fonction de l'horaire hebdomadaire

PASSAGE DE 1ère ANNÉE EN 2ème ANNÉE

	horaire hebdomad.	sujets s'aggravant (%)	nombre de sujets	perte audit. 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
1er examen audiométrique	12 à 19 heures/s.		30	8,58	7,16-10	0
2ème examen audiométrique	12 à 19 heures/s.	77%	30	12,66	10,0-14,4	6%
1er examen audiométrique	20 à 28 heures/s.		48	9,40	8,12-10,7	6%
2ème examen audiométrique	20 à 28 heures/s.	79%	48	14,9	12,73-17,1	23%

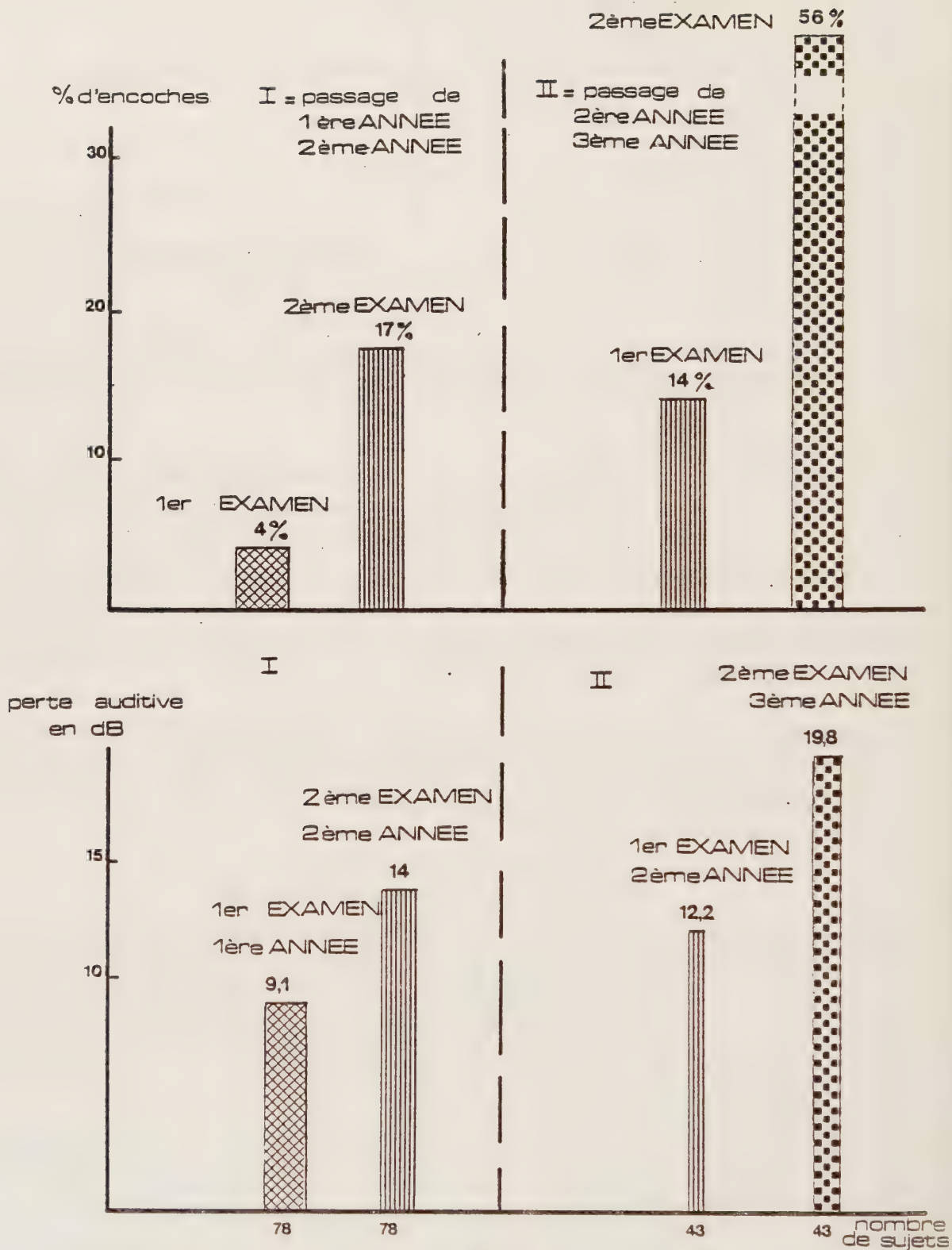


FIGURE 25 : évolution de la perte auditive en fonction de l'année d'étude, entre 2 examens audiométriques réalisés à un an d'intervalle.

PASSAGE DE 2ème ANNÉE EN 3ème ANNÉE

	horaire hebdom.	sujets s'aggravant (%)	nombre de sujets	perte audit. 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
1er examen audiométrique	20 à 28 heures/s.		43	12,2	10,08-14,3	14%
2ème examen audiométrique	20 à 28 heures/s.		43	19,79	17,04-22,5	56%

Tableau 31 : évolution de la perte auditive des apprentis en fonction de l'horaire hebdomadaire (figure 26)

Nous retrouvons ici l'importance de l'horaire : en effet pour les sujets qui passent de 1ère en 2ème année, le pourcentage de ceux qui s'aggravent sur le plan auditif est le même : 77 ou 79%, quel que soit l'horaire pratiqué (c'est-à-dire que l'horaire n'influe pas sur l'apparition du déficit auditif), mais le pourcentage d'encoches passe de 0 à 6% pour des horaires faibles et de 6 à 23% pour des horaires supérieurs à 20 heures/s.. d'atelier. Ce qui montre que l'horaire n'influe pas sur l'apparition du déficit auditif, celui-ci existe et s'aggrave d'année en année, quel que soit l'horaire, mais il influe sur l'intensité de ce déficit auditif. Les audiogrammes des apprentis s'aggravent quel que soit l'horaire, mais ils s'aggravent d'autant plus que l'horaire est important.

3. Étude en fonction de la profession

Dans cette étude, nous n'avons suivi que deux sortes d'apprentis : chaudronnier et mécanique.

POUR LES CHAUDRONNIERS

	sujets qui s'aggravent (%)	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
1er examen audiométrique		89	9,66	8,59-10,73	4,5%
2ème examen audiométrique	81%	89	15,32	13,69-16,9	25%

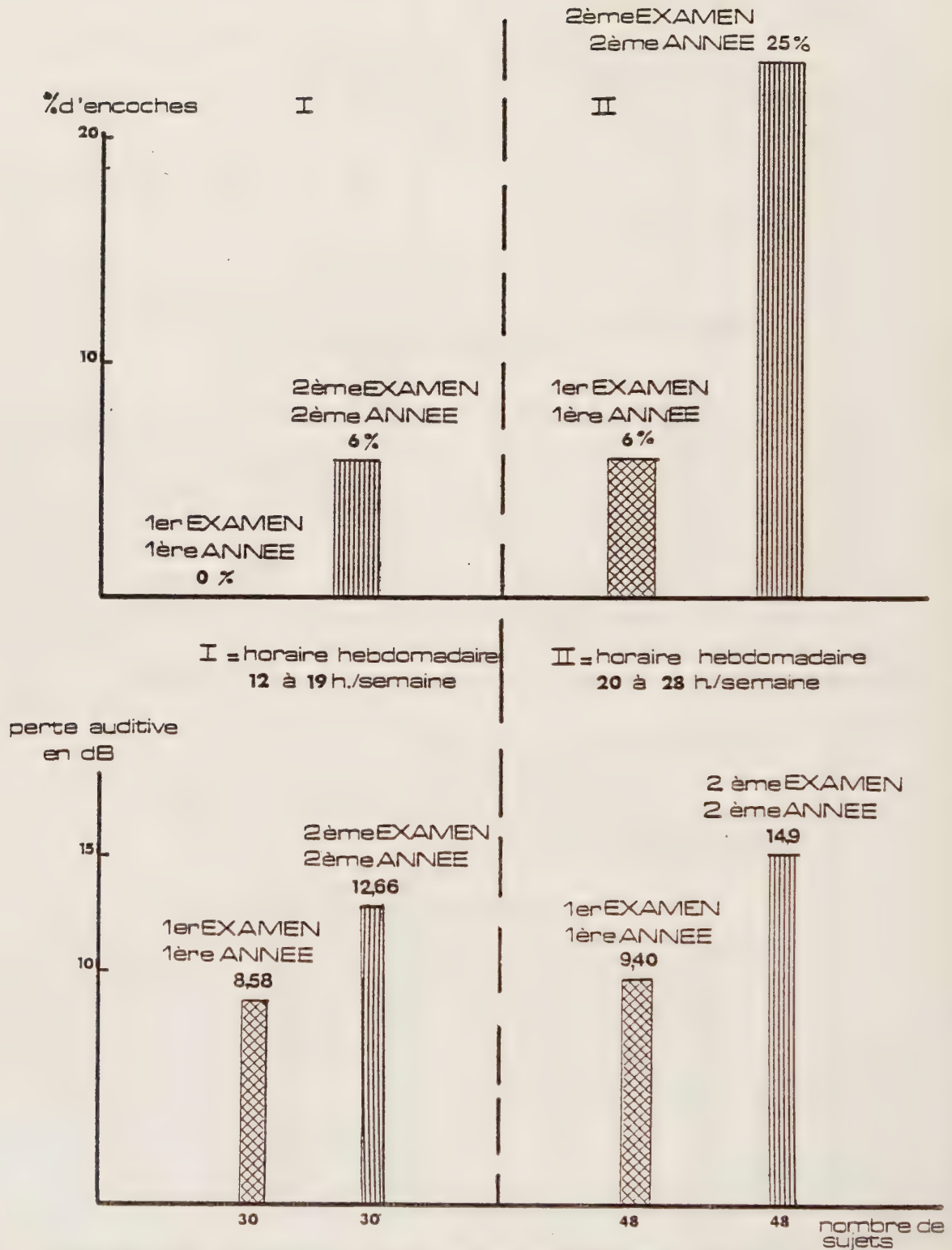


FIGURE 26 : évolution de la perte auditive en fonction de l'horaire hebdomadaire d'atelier, entre 2 examens audiométriques réalisés à un an d'intervalle.

POUR LES MÉCANICIENS

	sujets qui s'aggravent (%)	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
1er examen audiométrique		32	11,67	9,36-13,98	16%
2ème examen audiométrique	81%	32	18,19	15,13-21,25	47%

Tableau 32 : évolution de la perte auditive en fonction de la profession
(figure 27)

Comme nous l'avions vu pour l'autre étude, la profession n'est pas un caractère important, en effet, qu'ils soient chaudronniers ou mécaniciens, les sujets dont l'audiogramme se détériore entre les 2 examens sont aussi nombreux : 81% des chaudronniers et 81% des mécaniciens. Mais il faut noter que les mécaniciens présentent un pourcentage d'encoches très important, beaucoup plus important que les chaudronniers, ce qui semble étonnant quand on sait que l'intensité du bruit est souvent plus important dans les ateliers de chaudronnerie.

4. Étude en fonction de l'établissement

Cette enquête a porté sur 3 établissements :

- l'établissement 27 est un centre de formation professionnelle, les horaires d'atelier sont de 20 heures/semaine, quelle que soit l'année d'étude
- l'établissement 97 est un centre de formation professionnelle, les horaires d'atelier sont de 24 heures à 28 heures/semaine
- l'établissement 122 est un lycée CET annéxé, les horaires varient entre 15 et 16 heures/semaine.

ÉTABLISSEMENT 27

	sujets qui s'aggravent (%)	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
1er audiogram.		26	11,67	9,36-13,98	16%
2ème audiogr.	81%	26	18,19	15,13-21,25	47%

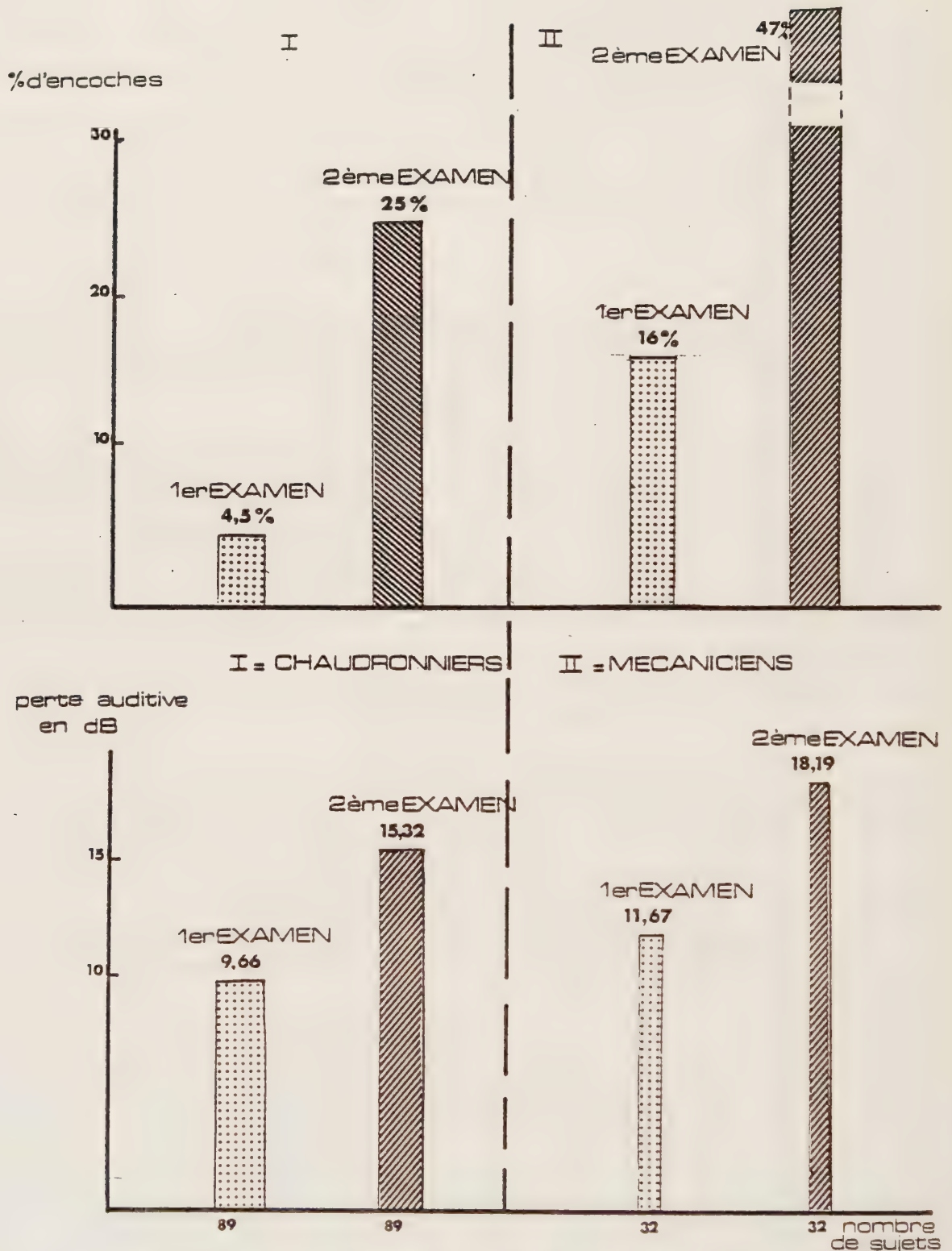


FIGURE 27: évolution de la perte auditive entre 2 examens audiométriques réalisés à un an d'intervalle, chez des chaudronniers et des mécaniciens.

ÉTABLISSEMENT 97

	sujets qui s'aggravent (%)	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
1er examen audiométrique		59	10,21	8,77-11,65	7%
2ème examen audiométrique	83%	59	16,68	14,45-18,9	34%

ÉTABLISSEMENT 122

	sujets qui s'aggravent (%)	nombre de sujets	perte auditive 2000+4000/2 (dB)	intervalle de confiance	encoches de plus de 20 dB (%)
1er examen audiométrique		30	8,58	7,16-10	0
2ème examen audiométrique	77%	30	12,66	10,94-14,38	6%

Tableau 33 : évolution de la perte auditive des apprentis en fonction de l'établissement
(figure 28)

Nous n'avons pas fait d'étude sonométrique dans ces établissements, nous ne connaissons ni l'architecture des ateliers, ni leur insonorisation.

Nous remarquons que quel que soit l'établissement, le nombre des sujets dont le déficit auditif s'aggrave est sensiblement le même : 81%, 83%, 77%. Mais l'importance de cette perte auditive varie d'un établissement à l'autre puisque les apprentis perdent en moyenne 6,5 dB dans l'établissement 27 et 4 dB dans l'établissement 122.

III. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

1. **Nocivité générale** : malgré le jeune âge des sujets et le peu d'exposition horaire au bruit nocif, on constate une action indéniable du bruit lors de l'apprentissage.

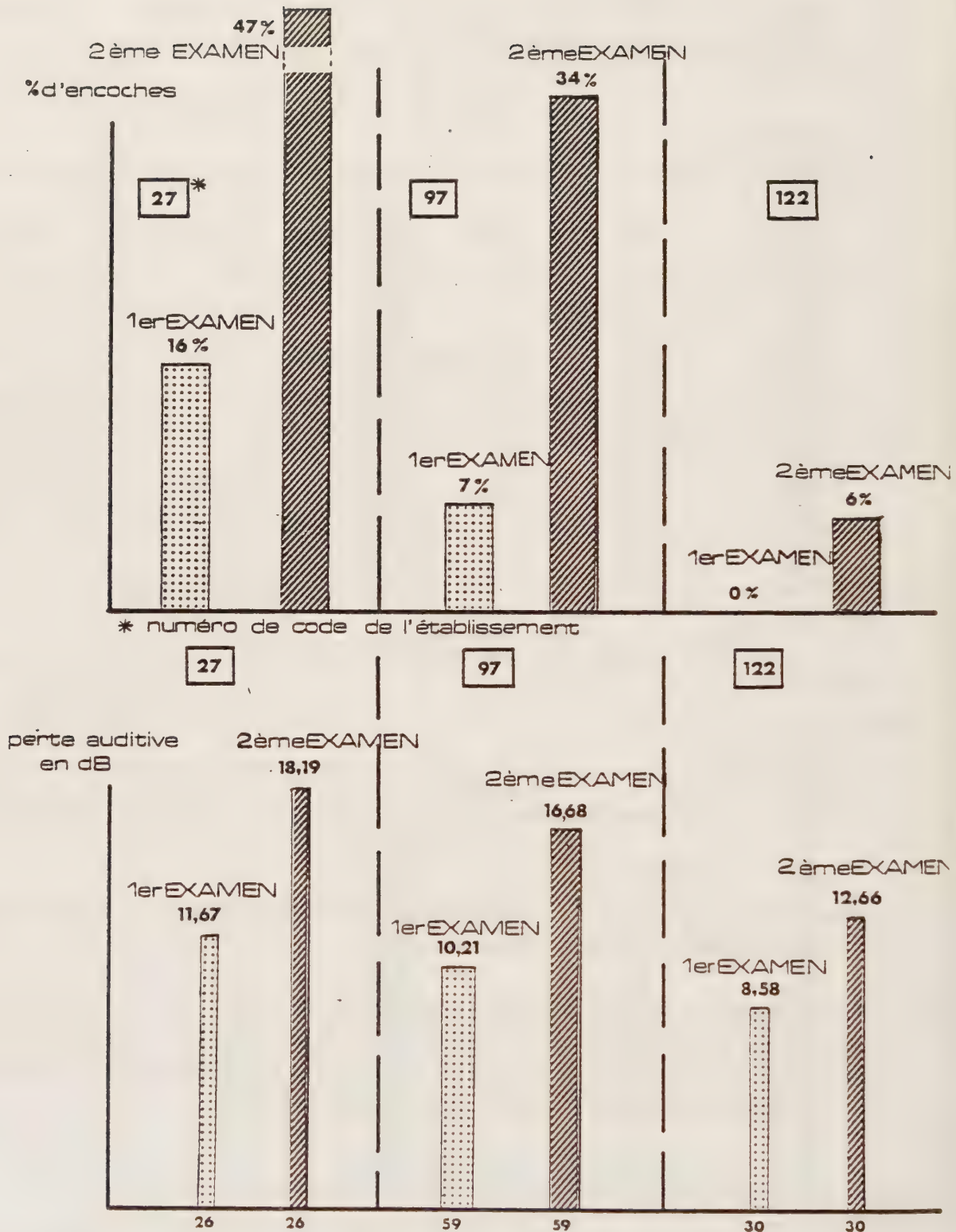


FIGURE 28 : évolution de la perte auditive entre 2 examens audiométriques réalisés à un an d'intervalle, pour 3 établissements différents.

2. **Évolution au cours des années** : elle est très nette. Alors que l'école d'infirmiers représente un groupe plus âgé que la dernière année d'apprentissage, d'année en année, de 15 à 19 ans, les apprentis subissent une encoche auditive avec des différences significatives au cours des années, en relation avec les temps d'atelier.

Durant l'apprentissage on note donc une perte auditive de 6 dB en 3 ans, de 2 dB par an. Nous ne pouvons pas comparer ce résultat à l'abaque âge/déficit auditif puisqu'il existe une approximation pour les pertes auditives des 3 premières années d'exposition au bruit ; mais nous pouvons penser que les 25% d'encoches iront rejoindre à l'âge adulte la zone de nuisance.

3. **Mise en évidence de la nocivité d'un horaire hebdomadaire élevé** : L'importance de la dose de bruit reçue chaque semaine, détermine l'importance du déficit au bout de 3 ans d'étude.
4. **Mise en évidence des effets nocifs du bruit dans certaines professions reconnues non bruyantes**, ne figurant pas dans la liste limitative des travaux du 42ème Tableau des maladies professionnelles.
5. **Mise en évidence de l'efficacité d'une protection collective** : l'insonorisation des bâtiments est un élément important, mais insuffisant. L'existence d'une insonorisation des ateliers et la pratique d'un horaire hebdomadaire inférieur à 20 heures/semaine n'entraînent pas l'apparition de plus de 6% d'encoches, quelle que soit l'année d'étude.
6. **Il n'existe pas de protection individuelle dans ces établissements.**
7. **La pathologie ORL** : aggrave dans son ensemble le déficit auditif, mais elle n'est pas responsable de ce déficit dû à l'action spécifique du bruit.
8. **Mise en évidence d'une certaine fragilité cochléaire en fonction de l'âge**. Les sujets plus âgés sont moins atteints que les plus jeunes, ceci pour une même exposition, dans des conditions identiques. L'oreille à 15 ans est-elle plus fragile qu'à 18 ans ou existe-t-il vraiment une atteinte cochléaire plus importante à 15 ans qu'à 18 ?
9. **Nous attirons l'attention** bien que notre enquête n'ait rien démontré, sur le rôle nocif du bruit sur l'équilibre physique de l'adolescent à un âge où toute agression extérieure est souvent mal tolérée ; l'école même est déjà une contrainte (25% des élèves quittent le CET à 16 ans, quel que soit le mois de l'année sans passer le C.A.P.).

CHAPITRE VI

CONSEQUENCES PRATIQUES EN VUE D'UNE PRÉVENTION

CONSEQUENCES PRATIQUES EN VUE D'UNE PRÉVENTION

I. Nous avons voulu dans un premier temps donner la parole aux différentes personnes directement intéressées par une étude de la prévention des effets nocifs du bruit au cours de l'apprentissage. Nous avons souhaité qu'ils expriment ici des propositions en vue d'une protection collective ou individuelle, d'une prévention technique ou médicale. Nous avons donc sollicité un directeur d'établissement, un professeur, un médecin du travail et le conseiller médical de l'Académie pour qu'ils nous apportent leurs suggestions.

1. Propositions du conseiller médical de l'Académie :

«Les conclusions qui découlent de cette étude des conséquences du bruit en milieu scolaire pré-professionnel, appellent des mesures préventives qu'il serait souhaitable d'appliquer :

- a) éliminer de l'apprentissage aux métiers à haut bruit les élèves porteurs d'une otopathie par un examen médical préalable à l'orientation et respecter impérativement la contre-indication ;
- b) instaurer une surveillance médicale annuelle spécifique audiométrique des élèves pendant leur scolarité et conseiller une nouvelle orientation si l'atteinte auditive est importante ;
- c) prévoir l'insonorisation des ateliers dès leur construction afin que le niveau sonore maximum en période de haut bruit soit inférieur à 80 dB, seuil limite ;
- d) préconiser les protections pour le personnel et les élèves en les informant du risque encouru par une exposition prolongée à un haut bruit ; les infirmières des établissements publics d'enseignement pourraient participer utilement à cette information ;
- e) enseigner à l'élève un «comportement de sécurité», c'est-à-dire lui imposer la protection auditive à l'atelier et l'habituer à percevoir «le bruit professionnel» à travers cette protection (casque ou tampon préformé).

Une éducation bien menée dans ce domaine doit sensibiliser les intéressés aux risques et les amener à une prise de conscience qui aurait pour corollaire la diminution des effets nocifs du bruit dans le domaine de l'audition..»

2. Propositions d'un médecin du travail :

«L'étude des effets nocifs du bruit au cours de l'apprentissage et les propo-

sitions de prévention qui en découlent sont particulièrement intéressantes pour un médecin du travail et entraînent quelques réflexions :

Sur le plan médical, seule la surveillance audiométrique des apprentis permettrait une réelle prévention des effets nocifs du bruit et ceci pour trois raisons :

- c'est le seul moyen, dans l'état actuel de nos connaissances de dépistage d'une éventuelle fragilité cochléaire ;
- les audiogrammes réalisés pendant l'apprentissage seraient pour le médecin du travail d'excellents examens de référence, durant toute la vie professionnelle ;
- cette surveillance permettrait de réorienter à temps (c'est-à-dire à un moment où les répercussions sociales d'un changement de profession sont moins importantes) vers des professions non bruyantes, certains apprentis particulièrement fragiles sur le plan cochléaire.

D'autre part, une modification du degré d'exposition au bruit et une amélioration des conditions de travail, mettant en œuvre soit des techniques de protection individuelle, soit des techniques de protection collective permettrait une limitation des effets nocifs du bruit. La protection individuelle même si elle ne représente pas la solution au problème du bruit, tout au plus une solution complémentaire, est efficace et doit être utilisée. Pour que des apprentis admettent le port d'une protection auriculaire, ils doivent être avertis des risques de leur profession, ils doivent apprendre dès les premiers mois de l'apprentissage à percevoir les différentes tonalités du bruit professionnel à travers les protecteurs auriculaires. Cet apprentissage simultané des gestes professionnels et des méthodes de protection ne peut être réalisé que par l'enseignement des professeurs. Apprendre à communiquer dans le bruit, apprendre à se protéger fait partie de l'apprentissage d'un métier».

3. Propositions d'un directeur d'établissement :

«Pour une amélioration des conditions de travail dans l'apprentissage et particulièrement pour une prévention des effets nocifs du bruit, un certain nombre de mesures devraient être appliquées :

- la première mesure souhaitable serait l'aménagement des ateliers, la modification de l'environnement sonore des apprentis. Il semble indispensable qu'une législation impose certaines normes acoustiques et certaines mesures d'insonorisation lors de la construction d'ateliers servant à l'apprentissage, évitant ainsi tous les problèmes créés par des essais d'insonorisation sur des bâtiments déjà équipés et en service ;
- la deuxième mesure nécessaire est l'équipement des ateliers par les machines les moins bruyantes possibles. Des normes acoustiques devraient être exigées des constructeurs pour les machines servant à l'apprentissage ;
- la troisième mesure est le port d'une protection individuelle dès le

début de l'apprentissage.

L'apprentissage doit permettre aux élèves de prendre conscience des risques de leur profession et doit leur permettre de se protéger. Il faut néanmoins ne pas ignorer la différence qui peut exister entre les conditions de travail dans les ateliers d'apprentissage (surtout si des efforts d'insonorisation ont été effectués) et les conditions de travail rencontrées dans la vie professionnelle et les problèmes qui peuvent alors se poser aux apprentis rentrant dans la vie active».

4. Propositions d'un professeur de chaudronnerie:

«Pour les professeurs de chaudronnerie, la prévention des effets nocifs du bruit au cours de l'apprentissage de la profession comporte trois points essentiels :

- l'aménagement des ateliers, l'implantation des machines comme l'insonorisation des locaux doivent être étudiés dès la conception des bâtiments par les architectes, en tenant compte des souhaits du corps enseignant, souhaits exprimés par exemple lors du Séminaire Régional «Métaux en feuilles» d'octobre 1965 (Annales du Centre Régional de Documentation Pédagogique de Caen).
Cette étude de l'aménagement des ateliers doit prévoir le cloisonnement des locaux, l'insonorisation complète de 2 salles au sein même de l'atelier : une salle de technologie et une salle de traçage, l'isolement de certains postes de travail particulièrement bruyants comme le poste de meulage, l'isolement total des compresseurs du reste de l'atelier. Ces ateliers doivent permettre en même temps l'enseignement technique et l'apprentissage professionnel ;
- l'évolution technique, l'apparition de machines remplaçant le petit outillage manuel, le remplacement du travail manuel par choc (martelage) par un travail machine (pliage, moulage, soudure, montage) ont transformé l'apprentissage de la profession. Les professeurs ont modifié le schéma de travail des 3 ans d'apprentissage, ils ont adapté les objets à réaliser au travail par pression, ils choisissent des formes et des volumes nécessitant un travail machine. La conformation par choc, l'emboutissage à la main peuvent être remplacés par une presse à emboutir. Le choix de ces machines en fonction de leurs qualités techniques et également de leurs caractéristiques acoustiques devient donc très important dans la protection contre le bruit ;
- le port d'une protection individuelle auriculaire par les élèves et les professeurs est une solution complémentaire, elle pose déjà un certain nombre de problèmes : coût, commodité, communication, acceptation par les élèves. Les professeurs et les élèves forment un groupe qui doit pouvoir communiquer et échanger à tout moment. Les élèves doivent à travers leur protection entendre les tonalités des différents

bruits professionnels, car les variations du bruit et l'impact sur le métal font partie des connaissances de l'apprentissage.

Il semble indispensable que certains postes de travail comme le meulage soient systématiquement équipés de protections auriculaires contre le bruit».

II. Propositions en vue d'une prévention des effets nocifs du bruit au cours de l'apprentissage.

Il est anormal que l'enseignement donné à des adolescents soit responsable d'une atteinte cochléaire et donc un certain nombre de mesures préventives devraient être appliquées :

1. Mesures de protection collective

- il serait nécessaire de diminuer les horaires d'atelier pendant la première année d'exposition au bruit surtout pour les sujets les plus jeunes. Il serait souhaitable de ne pas dépasser 15 heures par semaine d'atelier avant l'âge de 17 ans ;
- il serait souhaitable de réaliser une étude acoustique et architecturale des locaux d'enseignement technique de manière à lier travail intellectuel et travail professionnel dans un même lieu et dans les meilleures conditions. Cette étude d'insonorisation devrait se faire avant la construction, mais également sur des locaux existants afin d'apporter une amélioration. Cette étude devrait se faire en collaboration avec les professeurs ;
- il serait souhaitable de fixer, comme dans le milieu industriel, les limites admissibles des bruits pouvant être tolérés dans les ateliers ; d'exiger des constructeurs de machines certaines normes acoustiques pour éviter de dépasser les seuils limites d'intensité sonore ;
- une information sur les risques encourus lors de l'exposition au bruit devrait être faite par les enseignants, par les médecins scolaires, par les infirmières scolaires. Cette information doit faire partie de l'enseignement professionnel et doit aboutir à un véritable apprentissage de la sécurité et de la protection.

2. Mesures de protection individuelle

Il faudrait informer les professeurs de l'intérêt et de l'efficacité d'une protection individuelle contre les effets nocifs du bruit, montrer son utilisation possible lors de certains travaux, comme cela existe pour le port de lunettes protectrices. En effet, une protection individuelle est d'autant plus nécessaire que seule l'habitude prise dès le premier contact avec l'atelier permet la connaissance des tonalités du travail à travers un protecteur et rend plus facile l'accoutumance, même si la relation verbale est handicapée par la protection.

3. Mesures de surveillance médicale

- il serait souhaitable que l'examen de médecine scolaire de fin de 5ème comporte un dépistage audiométrique, de manière à éviter l'orientation vers des métiers bruyants des sujets présentant déjà une audition pathologique ;
- une surveillance audiométrique des apprentis est indispensable dans l'état actuel de nos connaissances pour dépister les sujets présentant une fragilité cochléaire. Une surveillance audiométrique régulière annuelle est indispensable pour voir l'évolution des audiogrammes pendant la durée de l'apprentissage ;
- Il serait également intéressant d'étudier la tolérance générale de l'individu au bruit pendant l'apprentissage ;
- il faut prévoir la possibilité, en cas de fragilité cochléaire particulière, d'une nouvelle orientation en cours d'apprentissage et donc la possibilité de bourse d'étude pour des adolescents se retrouvant à 16 ans sans aucune qualification professionnelle et dans l'impossibilité de continuer l'apprentissage du métier qu'ils avaient choisi.

CONCLUSIONS

CONCLUSIONS

1. L'analyse statistique des audiogrammes d'une série de 1000 élèves de l'enseignement technique nous a permis de mettre en évidence l'existence d'une atteinte cochléaire spécifique dûe aux effets nocifs du bruit au cours de l'apprentissage.

2. Nous avons étudié les diverses statistiques en essayant de faire ressortir les facteurs de l'atteinte cochléaire. Nous pouvons dire :

- le déficit auditif est directement lié à la durée d'exposition au bruit, en particulier à l'horaire hebdomadaire d'exposition au bruit et s'aggrave avec les années d'étude ;
- le déficit auditif n'est pas lié à une seule profession, il existe aussi bien chez les chaudronniers que chez les menuisiers et les mécaniciens ;
- la pathologie ORL existant dans les antécédents d'un apprenti sur deux, n'est pas la cause du déficit auditif, mais la présence d'antécédents pathologiques ORL est un facteur de gravité de cette atteinte cochléaire
- le déficit auditif est inversement lié à l'âge, un apprenti présente une perte auditive d'autant plus importante qu'il est plus jeune quand il commence l'apprentissage. Mais l'état actuel de nos connaissances ne nous permet pas de préciser l'éventualité d'une fragilité cochléaire variant avec l'âge.

3. Nous avons essayé de cerner de plus près le problème en effectuant des études sonométriques des ateliers des centres d'apprentissage. Nous n'avons pu mettre en évidence de corrélations entre la sonométrie et l'audiométrie. Néanmoins nous pouvons dire que :

- les niveaux sonores des ateliers dans lesquels nous avons effectué une enquête sonométrique, sont élevés et se situent au-dessus des limites acceptables des bruits recommandées par la Commission Technique d'Étude du Bruit du Ministère de la Santé Publique du 17 mars 1961 ;
- l'insonorisation des ateliers permet dans tous les cas de réduire nettement l'atteinte cochléaire mais elle ne la supprime pas ;
- l'enquête a montré qu'aucune protection individuelle n'était utilisée dans les ateliers.

4. Il nous semble anormal que dans l'état actuel de nos connaissances en matière de prévention technique et médicale, des adolescents présentent une atteinte auditive dûe à l'enseignement qu'ils reçoivent. Un certain nombre de réalisations nous semble donc souhaitable :

- il serait souhaitable de diminuer les horaires d'atelier surtout lors de la première année d'exposition au bruit et pour les sujets les plus jeunes ;
- une étude acoustique des ateliers devrait être effectuée ;
- une protection individuelle semble d'autant plus nécessaire que seule l'habitude prise dès le premier contact avec l'atelier permet la connaissance des tonalités du travail à travers un protecteur auriculaire ;
- il nous semble indispensable qu'une surveillance audiométrique des apprentis soit réalisée, elle reste en effet le seul moyen de dépister une fragilité cochléaire. Cette surveillance audiométrique devrait être annuelle pendant l'apprentissage et permettre une réorientation scolaire de certains apprentis.

Il est certain que les réalisations pratiques se dégageant de nos conclusions ne peuvent être mises en place très rapidement, mais comme nous l'a montré notre enquête, une information des apprentis devrait être commencée dès le début de l'apprentissage. En effet la connaissance par les apprentis des effets nocifs du bruit, de l'efficacité d'une protection collective et individuelle permettra, en milieu industriel, de mieux lutter contre le bruit et la surdité professionnelle.

Le Président de la Thèse
Professeur J. BOURRET

Vu, le Directeur de l'Unité
Alexis CARREL
Professeur R. MORNEX

Vu et Permis d'Imprimer
LYON, le 21 février 1978
Le Président de l'Université
Président du Comité de
Coordination des Études
Médicales.
Professeur D. GERMAIN

ANNEXE I

	profession étudiée	année d'étude	nombre d'heures	nombre de sujets	perte audit. 2000 4000/2 (dB)	écart type	encoches de plus de 20 dB (%)	antécéd. ORL (%)
atelier 1	mécanique générale	moins de 3 mois	201 à 800 h.	31	10,80	2,37	10%	58%
atelier 2	mécanique générale	2ème année	1401 à 2000 h.	20	14,16	3,71	25%	70%
atelier 4	mécanique générale	3ème année	1401 à 2000 h.	28	14,56	6,31	18%	47%
atelier 3	mécanique générale	2ème année	1401 à 2000 h.	21	13,35	4,04	19%	50%

Tableau 34 : résultats audiométriques pour l'établissement 27

	profession étudiée	année d'étude	nombre d'heures	nombre de sujets	perte audit. 2000 4000/2 (dB)	écart type	encoches de plus de 20 dB (%)	antécéd. ORL (%)
atelier 11	chaudron.	moins de 3 m.	0 à 200 h.	38	6,78	1,21	0	47%
atelier 12	chaudron.	1ère année	201 à 800 h.	23	7,99	1,82	0	43%
atelier 13	chaudron.	2ème année	801 à 1400 h.	27	11,94	2,52	7%	67%
atelier 21	métallier serrurier	moins de 3 m.	0 à 200 h.	24	7,50	1,75	0	50%
atelier 14	métallier serrurier	1ère année	201 à 800 h.	26	11,25	2,19	8%	58%
atelier 15	métallier serrurier	2ème année	801 à 1400 h.	18	10,28	2,21	0	56%

Tableau 35 : résultats audiométriques pour l'établissement 94

	profession étudiée	année d'étude	nombre d'heures	nombre de sujets	perte audit. 2000 4000/2 (dB)	écart type	encoches de plus de 20 dB (%)	antécéd. ORL (%)
atelier 1	chaudron.	1ère année	201 à 800 h.	47	9,57	1,3	4%	37%
atelier 2	chaudron.	2ème année	801 à 1400 h.	34	10,74	2,01	6%	37%
atelier 3	chaudron.	3ème année	1401 à 2000 h.	28	8,97	3,05	14%	37%
atelier 10	chaudron.	1ère année	201 à 800 h.	38	14,28	2,6	13%	16%
atelier 20	chaudron.	2ème année	801 à 1400 h.	37	15,24	2,53	21%	32%
atelier 30	chaudron.	3ème année	1401 à 2000 h.	44	18,47	2,46	40%	36%

Tableau 36 : résultats audiométriques pour l'établissement 97

	profession étudiée	année d'étude	nombre d'heures	nombre de sujets	perte audit. 2000 4000/2 (dB)	écart type	encoches de plus de 20 dB (%)	antécéd. ORL (%)
atelier 1	chaudron.	1ère année	201 à 800 h.	106	11,58	1,16	12%	58%
atelier 1	mécanique générale	1ère année	201 à 800 h.	106	10,15	2,17	14%	26%
atelier 2	chaudron.	2ème année	801 à 1400 h.	31	13,10	1'89	10%	10%

Tableau 37 : résultats audiométriques pour l'établissement 122

	profession étudiée	année d'étude	nombre d'heures	nombre de sujets	perte audit. 2000 4000/2 (dB)	écart type	encoches de plus de 20 dB (%)	antécéd. ORL (%)
atelier 22	chaudron.	1ère année	201 à 800 h.	19	8,24	4,14	16%	21%
atelier 23	chaudron.	2ème année	801 à 1400h.	18	7,67	2,95	5%	28%
atelier 12	métallier serrurier	1ère année	201 à 800 h.	19	8,95	5,3	5%	47%
atelier 13	métallier serrurier	2ème année	801 à 1400 h.	19	9,34	5,8	10%	26%
atelier 42	métallier serrurier	1ère année	201 à 800 h.	15	7,44	4,26	13%	27%
atelier 52	mécanique générale	1ère année	201 à 800 h.	16	11,60	4,09	12,5%	25%

Tableau 38 : résultats audiométriques pour l'établissement 209

	profession étudiée	année d'étude	nombre d'heures	nombre de sujets	perte audit. 2000 4000/2 (dB)	écart type	encoches de plus de 20 dB (%)	antécéd. ORL (%)
atelier 7	métallier serrurier	moins de 3 m.	0 à 200 h.	15	18	3,39	33%	67%
atelier 6	métallier serrurier	1ère année	801 à 1400 h.	16	20	3,91	44%	50%
atelier 9	menuisier	1ère année	801 à 1400 h.	11	13,10	3,95	27%	73%
atelier 8	menuisier	2ème année	1401 à 2000 h.	8	16,5	5,57	37%	37,5%

Tableau 39 : résultats audiométriques pour l'établissement 211

	profession étudiée	année d'étude	nombre d'heures	nombre de sujets	perte audit. 2000 4000/2 (dB)	écart type	encoches de plus de 20 dB (%)	antécéd. ORL (%)
atelier 1	chaudron.	1ère année	801 à 1400 h.	12	16,46	2,64	25%	50%
atelier 2	métallier serrurier	1ère année	801 à 1400 h.	12	12,71	1,60	0%	42%
atelier 3	mécanique générale	1ère année	801 à 1400 h.	33	15,15	1,76	18%	70%
atelier 4	menuisier	1ère année	801 à 1400 h.	21	12,20	3,04	19%	24%

Tableau 40 : résultats audiométriques pour l'établissement 213

	profession étudiée	année d'étude	nombre d'heures	nombre de sujets	perte audit. 2000 4000/2 (dB)	écart type	encoches de plus de 20 dB (%)	antécéd. ORL (%)
atelier 11	métallier serrurier	moins de 3 m.	0 à 200 h.	36	6,66	2,14	8%	33%
atelier 12	métallier serrurier	1ère année	201 à 800 h.	10	13,7	5,86	10%	60%
atelier 21	menuisier	moins de 3 m.	0 à 200 h.	18	9,51	4,50	5%	33%
atelier 22	menuisier	2ème année	801 à 1400 h.	8	11,87	1,64	0%	87%

Tableau 41 : résultats audiométriques pour l'établissement 214

ANNEXE II

	profession étudiée	année d'étude	nombre d'heures	nombre de sujets	perte auditive 2000 4000/2 (dB)	écart type	encoches de plus de 20 dB (%)
1er examen audiométrique	mécanique générale	moins de 3 mois	201 à 800 h.	17	9,41	2,02	6%
2ème examen audiométrique	mécanique générale	2ème année	801 à 1400 h.	17	15,29	3,28	23%

Tableau 42 : résultats audiométriques pour l'établissement 27 - classe No 1

	profession étudiée	année d'étude	nombre d'heures	nombre de sujets	perte auditive 2000 4000/2 (dB)	écart type	encoches de plus de 20 dB (%)
1er examen audiométrique	mécanique générale	2ème année	801 à 1400 h.	15	14,25	4,04	27%
2ème examen audiométrique	mécanique générale	3ème année	1401 à 2000 h.	15	21,50	4,95	73%

Tableau 43 : résultats audiométriques pour l'établissement 27 - classe No 2

	profession étudiée	année d'étude	nombre d'heures	nombre de sujets	perte auditive 2000 4000/2 (dB)	écart type	encoches de plus de 20 dB (%)
1er examen audiométrique	chaudronnier	1ère année	201 à 800 h.	31	9,39	1,67	6%
2ème examen audiométrique	chaudronnier	2ème année	1401 à 2000 h.	31	14,69	2,88	22%

Tableau 44 : résultats audiométriques pour l'établissement 97 - classe No 1

	profession étudiée	année d'étude	nombre d'heures	nombre de sujets	perte auditive 2000 4000/2 (dB)	écart type	encoches de plus de 20 dB (%)
1er examen audiométrique	chaudronnier	2ème année	801 à 1400 h.	28	11,11	2,40	7%
2ème examen audiométrique	chaudronnier	3ème année	1401 à 2000 h.	28	18,83	3,32	46%

Tableau 45 : résultats audiométriques pour l'établissement 97 - classe No 2

	profession étudiée	année d'étude	nombre d'heures	nombre de sujets	perte auditive 2000 4000/2 (dB)	écart type	encoches de plus de 20 dB (%)
1er examen audiométrique	chaudronnier	1ère année	201 à 800 h.	30	8,58	1,42	0%
2ème examen audiométrique	chaudronnier	2ème année	801 à 1400 h.	30	12,66	1,72	6%

Tableau 46 : résultats audiométriques pour l'établissement 122 - classe No 1

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

1. ALAVOINE J. :
Tests de fatigabilité - Thèse Bordeaux 1954
2. AZOULAY E. & COHEN P. :
Cours et exercices de statistiques - *S.E.D.E.S.* - 1968
3. BECCUAU M. & GOSSARE P. :
Les causes d'exemption du service national pour affections
ORL : «A propos de 24000 examens au C.S. No 1 à Vincennes»
Revue du corps de santé des Armées - 1970, XI, I, pp.53-60
4. BELL A. :
Le bruit : risque pour la santé du travailleur et nuisance publique
Cahiers de la Santé Publique - 1967 - No 30, OMS
5. BOICHUT D., DAGRAS G. & LAFON J.C. :
Statistique et informatique en audiophonologie
Bull. Audioph. - 1974, 4, pp. 1-88
6. BONNET V. :
Audition in KAYSER C.
Physiologie II, pp. 669-734
7. BOUDET Colonel, DUCLOS J.C. & MONTARD M.
Bilan de 10 000 examens de jeunes gens de 18 à 22 ans,
comportant l'étude de l'audition et d'un niveau général
Travail du Centre de Sélection No 8 Lyon - *Bull. Audioph.* -
1974, 4, pp. 89-105
8. BROCH J.T. :
Acoustic noise measurements
Bruel & Kjaer - 1967, monogr. 120 p.
9. CHAVASSE P. :
Définitions, Unités et Mesures des Bruits
Manuel «*Bruits et Vibrations*» Institut National de Recherche
et de Sécurité ed. Paris - 1970, chap. I
10. CHEMIN A & CHEMIN P. :
Étude statistique des effets du bruit sur l'audition
Rev. Franç. Aff. Soc. - 1972, 2, pp. 75-115

10. CHEMIN A. & CHEMIN P. :
Étude statistique des effets du bruit sur l'audition
Rev. Franç. Aff. Soc. - 1972, 2, pp. 75-115
11. CHEMIN P. & CHEMIN A. :
Relations entre l'intensité du bruit, le temps d'exposition et
le risque de perte auditive
Bordeaux méd. - 1973, 5, No 13, pp. 1971-1974
12. CHOCHOLLE R. :
Le bruit
Que sais-je ? - PUF - 1964
13. CROISIER :
Rôle du médecin ORL en matière de surveillance des travailleurs
exposés aux bruits
Cah. Méd. Int. Prof. - 1970, 40, pp. 56-59
14. DAGRAS G. :
Audition et bruit professionnel
Bull. Audioph. - 1972, 5, pp. 59-76
15. DICK C. :
Surdité professionnelle par exposition prolongée au bruit
Thèse Méd. Lyon - 1973, No 735
16. DUCLOS J.C., MONTAVON D. & LAFON J.C. :
Étude des effets nocifs du bruit au cours de l'apprentissage
Arch. Mal. Prof. - 1977, 38, pp. 826-828
17. FORSSMANN S. & COPPÉE G. :
Les jeunes au travail : problèmes de santé
Bureau International du Travail - Genève - 1972
18. FREDET P. :
Prévention collective et prévention individuelle du bruit dans
les entreprises
Cah. Méd. Int. Prof. - 1970, 40, pp. 60-70
19. GAUCHER P. :
Action des médecins du travail pour la protection des travail-
leurs contre les effets nocifs du bruit
Arch. Mal. Prof. - 1974, 35, No 7-8, pp. 777-780
20. GIRARD :
Les affections dues au bruit
Lyon Méd. Rev. - 1971, 7, No 21, pp. 2195-2200

21. GLORIG A. :
 Les effets du bruit sur l'audition
The Laryngoscope - 1961, 75, No 5, pp. 447

22. GLORIG A. & DAVIS H. :
 L'âge, le bruit et l'audition
Ann. Otol. and Laryngology Saint-Louis - Juin 1961, 70,
 pp. 556-571

23. GLORIG A., WARD W.D. & NIXON J. :
 Damage risk criteria and noise induced hearing loss
Arch. Oto-Laryng. - 1961, 74, pp. 413-423

24. GRIBENSKI A. :
L'audition
 Que sais-je ? - PUF - Paris - 1964

25. HANSON D. & FEARN R.W. :
 Hearing acuity in young people exposed to pop music and
 other noise
Lancet - 1975, 2, No 7927, pp. 203-205

26. HORREARD D. :
Prévention de la surdité professionnelle
 Thèse Méd. - Paris - 1975, No 66

27. HOULLEGATTE :
 Protection auriculaire individuelle et médecine du travail
1er Colloque sur le bruit - I.N.R.S.

28. I.N.R.S. :
Mesures générales d'hygiène et de sécurité du travail
 Paris - 1972, 195 p.

29. Institut Universitaire de Médecine du Travail de Lyon -
 Compte-rendus d'activité, Sécurité Sociale, Polycopiés
 1972 - RÉTY J., COZE J.F. & RIGAULT P. :
Perte auditive et sonométrie - 38-44

 - LAFON J.C. & DAGRAS G. :
Audition et bruit professionnel - 45-74

 1973 - LAFON J.C. & DAGRAS G. :
*Analyses de données audiométriques relevées en milieu
 industriel* - 1-11

 1974 - LAFON J.C. :
Étude systématique des surdités professionnelles - 25-35

- LAFON J.C. & DAGRAS G. :
Dépouillement de 1 000 audiogrammes - 21 p. (sup.)
- LAFON J.C. :
L'audition du bruit - Rapport Séc. Soc. - Rhône-Alpes
58 p. (sup.)
- 1975 - DUCLOS J.C., LAFON J.C. & MONTAVON D. :
Étude de la prévention des effets nocifs du bruit au cours de l'apprentissage - Rapport INRS - 48 p.
- LAFON J.C. :
Le bruit et la surdité professionnelle - Rapport -
XIVèmes Journées de Médecine du Travail - Lyon -
juin 1976, 48 p.
- 30. LAFON J.C. :
Audition et traumatisme sonore
J. Fr. ORL - 1960, 9, pp. 209-217
- 31. LAFON J.C. :
Audition et bruit professionnel - Monogr.
Inst. Univ. Méd. Travail - Lyon - 1970, 56 p.
- 32. LAFON J.C. :
Les variations de l'intelligibilité phonétique dans les modifications acoustiques du message verbal
Thèse Lettres - Paris - 1970, 170 p., photocopié
- 33. LAFON J.C. :
La surdité professionnelle
Cahiers d'ORL - 1975, 10, 2, pp. 111-157
- 34. LAFON J.C. :
Le bruit et la surdité professionnelle
Arch. Mal. Prof. - 1977, 38, No 1-2, pp. 1-78
- 35. LAFON J.C. & BOURRET J. :
Les résultats des examens audiométriques systématiques du personnel d'ateliers bruyants dans une grande entreprise de construction mécanique lyonnaise
Arch. Mal. Prof. - 1971, 32, pp. 587-589
- 36. LAFON J.C., RÉTY J. & COZE J.F. :
Problèmes de la corrélation entre la sonométrie et l'audiométrie dans la prévention des effets du bruit industriel
Arch. Mal. Prof. - 1973, 34, pp. 376-380

37. LAFON J.C., RÉTY J. & PERRIN H. :
 Le dépistage des atteintes auditives en milieu industriel : le
 «camion audiométrique», premiers résultats
J. Méd. Lyon - 1968, pp. 1831-1834

38. LAZAR P. & SCHWARTZ D. :
*Éléments de probabilité et statistique à l'usage des étudiants
 en biologie humaine et générale*
 Flammarion - 1967

39. LEHMANN G. :
 Les effets non spécifiques du bruit
Le concours médical - 18-VI-1960, pp. 3165-3172

40. LEHMANN R. :
Acoustique des bâtiments
 Que sais-je ? - PUF - Paris

41. MATRAS J.J. :
Le son
 Que sais-je ? - PUF - Paris - 293 - 52 p.

42. MERY J. :
 Le bruit : aspects physiques et physiologiques
Cah. Méd. Int. Prof. - 1970, No 40, pp. 5-15

43. MERY J. :
 Fatigue auditive et surdité professionnelle
Le travail humain - 1973, 36, pp. 221-254

44. MOUNIER-KUHN P. :
 La surdité professionnelle
J. Méd. Lyon - 1963, 44, pp. 1761-1767

45. PARDON N. :
 Effets non spécifiques du bruit
Cah. Méd. Int. Prof. - 1970, 40, pp. 30-41

46. PIALOUX P., CAVIGNEAUX A. & RAINVILLE H.J. :
 Surdités professionnelles
Encycl. Méd. Chir. - Paris - Oto-rhino-laryngologie - I - 1974,
 20199 A-10

47. PICART P. :
 Appareil vestibulaire et surdité professionnelle
Bull. Audioph. - 1972, 5, pp. 77-88

48. PROTEAU J., PHILIBERT M., CHESSE H. & CAVIGNEAUX A. :
Surveillance initiale de l'audition des jeunes - Paris

49. RAYNAUD M. :
Mesures objectives et subjectives des niveaux sonores
Cah. Méd. Int. Prof. - 1970, 40, pp.43-50
50. RÉTY J. :
Protection individuelle du bruit
Bull. Audioph. - 1972, 5, pp. 89-110
51. RÉTY J. & LAFON J.C. :
La lutte contre le bruit : études sonométriques
Arch. Mal. Prof. - 1964, 25, 1-2, pp. 62-63
52. ROBERT A. & DUBAS H. :
Médecine scolaire
Masson et Cie éd. - pp. 111-162
53. RUEDI L. :
Les traumatismes sonores de l'appareil auditif
Geigy éd. - Bâle - 1957, p. 83
54. SAULNIER G. :
La lutte contre le bruit
Ministère de la Santé, éd. - Paris - 1973, p. 31
55. SCHWARTZ D. :
Méthode statistique à l'usage des médecins et des biologistes
Flammarion éd. - 1963
56. TRAINEAU J. :
Effets du bruit sur l'audition
Cah. Méd. Int. Prof. - 1970, 40, pp. 16-29
57. UNTERREINER R. :
Étude de l'énergie acoustique des bruits industriels. Détermination des critères physiques de leur action pathologique sur l'appareil auditif - Thèse de Sciences - Lyon - 1969
58. UNTERREINER R., RICHARD M. & LAFON J.C. :
Recherche de critères physiques de l'action pathologique des bruits impulsionnels sur l'appareil cochléaire
Bull. Audioph. - 1972, 2, pp. 3-24
59. UNTERREINER R., RICHARD M. & LAFON J.C. :
L'action pathologique des bruits impulsionnels, expérimentation et résultats
Acustica - 1974, 30, pp. 100-108
60. VEIL C. :
Effets psychiques du bruit sur les travailleurs
Arch. Mal. Prof. - 1971, 32, No 10-11, pp. 667-671

61. WISNER A. :

Les effets non auditifs des bruits sur l'homme

Rapport du Commissariat Général à la Productivité -

Laboratoire de Physiologie du Travail des Usines Renault éd.

(Boulogne-Billancourt) - 1967

62. WISNER A. :

Éléments de physiologie et de pathologie des bruits

Manuel « *Bruits et vibrations* » - I.N.R.S. - Paris - 1967, 52 p.

